

Caracterização climática da região de Formoso-MG e Cocos-BA, Brasil: base para planejamento e uso sustentável da terra



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 262

**Caracterização climática da região de
Formoso-MG e Cocos-BA, Brasil:
base para planejamento e uso sustentável da terra**

Elena Charlotte Landau
Daniel Pereira Guimarães
Paulo Emílio Pereira de Albuquerque
Gabriele Moreira Valadares

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
*Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Maria
Cristina Dias Paes*

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa
Elena Charlotte Landau e Manoel Ricardo de
Albuquerque Filho***
*(*Visualização em perspectiva da região de confluência entre os
Estados da Bahia, de Minas Gerais e de Goiás, região de onde
foram analisados os dados climáticos no presente trabalho,
considerando imagem de satélite híbrida disponibilizada pelo
Google, com efeito tridimensional baseado no modelo digital
de elevação obtido pelo SRTM/NASA, gerado utilizando o
Sistema de Informações Geográficas QGIS e ** detalhe de
sensores da Estação Meteorológica automática da Fazenda
Santa Luzia/Inema, Cocos-BA).*

1ª edição
Publicação digital (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo

Caracterização climática da região de Formoso-MG e Cocos-BA, Brasil: base
para planejamento e uso sustentável da terra / Elena Charlotte Landau ...
[et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2021.
69 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 262).

1. Climatologia. 2. Temperatura. 3. Precipitação pluvial. I. Landau, Elena
Charlotte. II. Guimarães, Daniel Pereira. III. Albuquerque, Paulo Emílio Pereira
de. IV. Valadares, Gabriele Moreira. V. Série.

CDD (21. ed.) 551.5

Autores

Elena Charlotte Landau

Bióloga, Doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Daniel Pereira Guimarães

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Engenheiro Agrícola, Doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Gabriele Moreira Valadares

Bolsista na Embrapa Milho e Sorgo e estudante do Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas-MG.

Apresentação

A caracterização climática de uma região é de grande importância como suporte à tomada de decisões na agropecuária e em outras atividades. O município de Cocos-BA está situado no sul da Mesorregião Extremo Oeste do Estado da Bahia, também sul da região conhecida como “Matopiba”, considerada um dos principais polos para expansão da produção agropecuária, em que a predominância de relevo plano a suave ondulado facilita a mecanização em grande escala. O município vizinho de Formoso-MG é onde está localizada a Estação Meteorológica mais próxima e com série histórica de dados superior a 30 anos. A região apresenta interesse econômico tanto para o desenvolvimento sustentável da agropecuária quanto turístico, sendo o clima um dos fatores naturalmente determinantes, tanto para a produtividade das lavouras quanto para o planejamento de atividades de campo, a céu aberto. Os dados analisados têm relevância complementar às associações das unidades pedogenéticas e caracterização pedológica da área de atividades econômicas agropecuárias na região alvo, incluindo a significativa representatividade do manejo e uso racional dos solos de textura arenosa. Esta publicação objetiva disponibilizar informações climáticas para consulta por diversos públicos interessados. Inclui análises sobre os dados de clima da região próxima à junção dos Estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás, considerando série histórica consistida de 30 anos e observações climatológicas de dados mais recentes. Permite subsidiar políticas públicas e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região, apresentando informações que poderão auxiliar no planejamento das atividades agropecuárias, turísticas e outras, visando minimizar riscos associados às incertezas climáticas, podendo adicionalmente representar um documento de referência para estudos de variabilidades e consequências microrregionais associados às mudanças climáticas globais.

Frederico Ozanan Machado Durães
Chefe-geral

Sumário

Introdução.....	07
Estações meteorológicas e classificação climática da região próxima à junção dos Estados da Bahia, de Minas Gerais e de Goiás	09
Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG.....	11
Localização e funcionamento	11
Dados climáticos analisados	11
Observações climáticas em Formoso-MG (1989-2020).....	15
Precipitação pluviométrica	15
Insolação	24
Temperatura de ar e amplitude térmica.....	26
Umidade relativa do ar e velocidade do vento	30
Caracterização climática 1989-2020 (executando 1991-1992).....	32
Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA.....	36
Localização e funcionamento	36
Dados climáticos analisados	36
Observações climáticas no oeste do Município de Cocos-BA (2018-2021).....	37
Precipitação pluviométrica	37
Radiação solar	45
Temperatura do ar e amplitude térmica.....	49
Umidade relativa do ar e velocidade máxima do vento.....	55
Observações climatológicas 2018-2021	59
Considerações finais	63
Referências	64

Introdução

O clima representa o comportamento médio dos elementos atmosféricos num determinado lugar ou região. Este desempenha um papel importante nas interações entre os seres vivos e o meio ambiente. Em áreas naturais, influencia na fisiologia das plantas, disponibilidade de alimentos para a fauna, regime hídrico, etc. Na agricultura influi na produtividade das lavouras, manejo dos solos, e controle integrado de pragas e doenças. Por essa razão, a caracterização climática regional tem sido utilizada como ferramenta auxiliar para suporte à tomada de decisões na agricultura, pecuária, defesa civil, conservação ambiental, planejamento de construções e infraestrutura (Vianello; Alves, 2000; Bortolon et al., 2016).

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization, 1989) o período ideal convencionado para caracterizar o clima de um local deve contemplar uma série histórica de 30 anos, em geral designada como Normais Climatológicas. Assim, as normais são definidas como valores médios referentes a um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas (por exemplo, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2020, etc.).

Fatores climáticos, como precipitação (chuva), temperatura, umidade relativa do ar, insolação, radiação solar, duração do fotoperíodo e velocidade do vento interferem diretamente no desenvolvimento e produtividade das culturas, pois a influência ocorre tanto nos vegetais quanto nos componentes abióticos e bióticos locais. A chuva e a umidade relativa condicionam a disponibilidade hídrica do solo, contribuindo para a absorção de água e nutrientes pelas raízes, e influenciando na taxa de fotossíntese, através da regulação da abertura e fechamento dos estômatos e da fixação de CO_2 . A temperatura do ar e a variação desta também interferem na fotossíntese, pois afetam a taxa das reações metabólicas das plantas, regulando o crescimento e o desenvolvimento vegetal. A radiação solar, o tempo de insolação e o fotoperíodo também são fatores importantes, pois o Sol é a principal fonte natural de energia para a produção vegetal, também influenciando diretamente na fotossíntese e produção de carboidrato pelas plantas. O vento interfere na transpiração e consequente perda d'água da superfície das plantas (Ayoade, 1996; Sentelhas; Monteiro, 2009).

As plantas possuem diferentes metabolismos, com distintos requerimentos em termos de temperatura, amplitude térmica (variação entre as temperaturas diurna e noturna, implicando o acúmulo de graus-dia), absorção de radiação solar e demanda hídrica nas diferentes fases do seu ciclo fenológico. Condições de estresse geralmente comprometem a duração do ciclo e a produtividade destas. Assim, o conhecimento sobre o clima auxilia na escolha de épocas, espécies, genótipos e sistemas de produção adequados para o plantio numa região, considerando as características fisiológicas e exigências climáticas das plantas ao longo do seu desenvolvimento (Brunini et al., 2006; Borghi et al., 2014).

Os fatores climáticos influenciam adicionalmente na ocorrência local de microrganismos benéficos ou não (fungos, bactérias, vírus) e de espécies que podem causar doenças, tornar-se pragas ou atuar no controle biológico de doenças ou pragas, motivo pelo qual a agricultura é a atividade naturalmente mais dependente das condições climáticas (Fiorin; Dal Ross, 2015). E os parâmetros climáticos exercem influência sobre todos os estágios da produção agrícola, abrangendo a preparação da terra, a semeadura, o desenvolvimento dos cultivos, a colheita, o armazenamento, o transporte e a comercialização (Ayoade, 1996). Assim, o conhecimento das características climáticas de uma região é de grande importância para o planejamento agrícola, subsidiando a escolha de atividades agrícolas e opções de manejo economicamente viáveis e sustentáveis.

A Fazenda Santa Luzia é integrante do agrupamento de fazendas denominadas “Trijunção”, que abrangem áreas do Bioma Cerrado situadas nos municípios de Cocos e Jaborandi, no sul da Mesorregião Extremo Oeste da Bahia (IBGE, 2021). Também está localizada no sul da Região denominada Matopiba, que vem se consolidando nas últimas décadas como importante fronteira agrícola nacional, face à predominância de solos com textura média a arenosa, mas dada a predominância de relevos planos a suavemente ondulados, em que mecanização é facilitada, e a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas em grande parte desta (Landau et al., 2016; Santos et al., 2018; Silva et al., 2019; Pimenta et al., 2021). Também representa uma região com destacada importância para a conservação da diversidade biológica do Cerrado e das áreas de recarga do Sistema Aquífero Urucuia (Gaspar et al., 2007; Landau; Valadares, 2020).

Na Fazenda Trijunção está sendo desenvolvido um projeto com o objetivo de definir a melhor estratégia de intensificação agrícola com base em sistemas de produção sustentáveis para a região (Albuquerque Filho et al., 2020). Como base para as atividades de pesquisa, este trabalho abrange a caracterização climática da região em que o projeto está sendo desenvolvido e entorno.

Anteriormente, Araújo e Brito (2011) analisaram características climáticas de 75 estações meteorológicas dos Estados da Bahia e Sergipe, visando identificar potenciais tendências de mudanças climáticas nesses Estados, considerando o período 1947-1991. Os autores encontraram evidências da influência da variação da precipitação relacionada com anomalias de temperatura do Pacífico e também com variáveis regionais.

Salvador (2014) desenvolveu análise da variabilidade climática da Região do Matopiba com base em série temporal de 1965-2012 de onze estações meteorológicas convencionais do Inmet, verificando predominância de alta variabilidade interanual da precipitação pluviométrica e tendência de aumento da temperatura nas últimas quatro décadas analisadas. Também observaram maior relação de variações oceânico-atmosféricas com o padrão climático apresentado entre os meses de março e maio.

Guimarães et al. (2019) analisaram dados de evapotranspiração de referência do período 1985-2015, identificando fatores que influenciam essa variação no Oeste da Bahia, sendo o principal a longitude, que, para essa latitude, apresenta gradiente altitudinal e de continentalidade local.

Albuquerque et al. (2020) apresentaram balanço hídrico climatológico decenal na Fazenda Santa Luzia, estimando valores por decênio de Capacidade de Água Disponível do Solo (CAD) e de balanço hídrico climatológico considerando série climática de 20 anos (1998-2017). A partir de informações meteorológicas diárias distribuídas pelo sistema NASA-POWER, considerando imagens com resolução de 0,5° X 0,5°, identificaram um período nítido de déficit hídrico no solo entre o primeiro decênio de abril e o primeiro decênio de novembro, representando informações importantes para o planejamento da agricultura na região.

Este trabalho objetiva apresentar características climáticas da região, complementando e atualizando as já analisadas em publicações anteriores, visando dar suporte ao planejamento de ações locais influenciadas pelo clima, entre as quais agricultura, pecuária, defesa civil, turismo e conservação ambiental; contribuindo para o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas – ONU (<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>): ODS 13 - “Ação Contra a Mudança Global do Clima” e ODS 2 - “Fome Zero e Agricultura Sustentável”.

Estações meteorológicas e classificação climática da região próxima à junção dos Estados da Bahia, de Minas Gerais e de Goiás

Foram considerados dados climáticos das duas estações meteorológicas ativas e com dados disponíveis, situadas próximo à confluência dos Estados da Bahia, de Minas Gerais e de Goiás: a de Formoso, pertencente à Rede do Instituto Nacional de Meteorologia-Inmet, e a da Fazenda Santa Luzia, integrante da Rede do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Governo do Estado da Bahia - Inema (**Figura 1**). A da Fazenda Santa Luzia situa-se na fazenda que é foco dos estudos em campo, mas possui série de dados inferior a três anos. A de Formoso está localizada a aproximadamente 30 km da Fazenda Santa Luzia, e apresenta série histórica de dados superior a 30 anos; sendo 28 destes consecutivos, embora com algumas interrupções de até três meses, porém com série de dados desde maio de 1976. A Estação Meteorológica de Formoso está situada numa região com topografia principalmente ondulada, e a da Fazenda Santa Luzia, numa região com relevo predominantemente plano (Guimarães et al., 2008) e com presença de neossolos (Santos et al., 2011), também conhecida como Trijunção, em que ocorre a convergência de três Estados brasileiros correspondentes a diferentes Regiões do País: Bahia (Região Nordeste), Goiás (Região Centro-Oeste) e Minas Gerais (Região Sudeste).

De acordo com a classificação de Köppen, ambas as estações apresentam clima do tipo Aw, ou seja, “clima de savana”. Representa “A”: clima tropical chuvoso ou subúmido, em que o mês mais frio tem temperatura média superior a 18 °C, e a precipitação pluvial anual é maior do que a evapotranspiração anual, e “w”: chuva de verão e período seco bem definido no inverno (Ayoade, 1996; Bahia, 1998a; Zepner et al., 2021). Pela classificação de Thornthwaite & Matter, o clima é considerado como B1wA'; ou seja, “B1”: úmido, com umidade relativa média entre 40% e 20%, “w”: com déficit hídrico moderado no inverno (umidade relativa média entre 10% e 20%); “A”: megatérmico (evaporação potencial ou necessidade de água dos cultivos > 1.140 mm) (Ayoade, 1996); com estação seca bem definida e chuvas de primavera/verão (Bahia, 1998b). De acordo com o IBGE (2002) em ambas as estações o clima é quente, úmido e com quatro a cinco meses secos. Brunini et al. (2006) atribuíram à região déficit hídrico médio anual maior do que 250 mm. De acordo com Albuquerque et al. (2020), em termos médios, há um período sazonal de excesso de água no solo entre o primeiro decêndio de novembro e o terceiro de março, e um período de cinco meses sem ocorrência de déficit hídrico: de novembro a março.



Figura 1. Localização geográfica das Estações Meteorológicas de Formoso/Inmet (Formoso-MG) e da Fazenda Santa Luzia/Inema (Cocos-BA), Brasil. Fontes: IBGE(2021), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021), Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG

Localização e funcionamento

A Estação Meteorológica de Formoso é do tipo convencional, e foi instalada pelo Inmet no Município de Formoso-MG (14° 56' 59" S, 46° 14' 8,9" W¹; altitude 854,6 m; código da estação: 83334) (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021a) (**Figura 1**). Está localizada na Mesorregião Noroeste de Minas, Microrregião de Unaí (IBGE, 2021), na Bacia do Rio São Francisco e sub-bacia do Rio Pandeiros. A estação está situada em área urbanizada, com baixíssima densidade populacional (população inferior a 15 mil habitantes²) e a ~350 m distante de área rural. Localiza-se também a aproximadamente 1,5 km da divisa com o Estado de Goiás (sul do Município Sítio D'Abadia-GO) e 25 km da divisa com o Estado da Bahia (oeste do Município de Cocos-BA). O Município de Formoso-MG apresenta abundante rede hidrográfica e considerável riqueza natural, com destaque para o Parque Nacional Grande Sertão Veredas (230.671 ha), que abrange áreas de afloramento do Sistema Aquífero Urucuia dos municípios vizinhos de Formoso-MG, Cocos-BA, Chapada Gaúcha-MG e Arinos-MG (Landau; Valadares, 2020). Está também distante aproximadamente 1 km da divisa com o Município Sítio D'Abadia-GO.

A Estação Meteorológica de Formoso/Inmet apresenta registros diários disponíveis desde 1º de maio de 1976, e ainda se encontra operante, apesar de ter ficado inativa nos anos de 1991 e 1992 e em outros períodos de até três meses (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021a). Por apresentar dados registrados há mais de 30 anos, sendo 28 consecutivos, foi considerada para a caracterização de normais climatológicas locais, sendo a estação meteorológica com série temporal de dados mais extensa situada no norte da Mesorregião Noroeste de Minas Gerais, e próxima à confluência dos Estados da Bahia, de Goiás e de Minas Gerais.

Dados climáticos analisados

Foi considerada a série climática de dados diários referentes ao período de 1989 a 2020, excetuando 1991 e 1992, representando série temporal de 30 anos. Para tal, inicialmente foi organizado o histórico dos dados meteorológicos diários registrados na Estação disponíveis no BDMEP/Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021a), incluindo os seguintes dados diários: data da medição, precipitação ou chuva (mm), temperatura mínima absoluta (°C), temperatura máxima absoluta (°C), temperatura média compensada (°C), umidade relativa média do ar (%), insolação (horas) e velocidade média do vento (m/s). Em 1991 e 1992 não houve registro de dados.

Em razão da falta de registros em outros períodos, inicialmente foi realizado o preenchimento de dados faltantes dos 30 anos considerados, com base nos critérios seguintes:

- Para todas as variáveis: faltas de dados de até cinco dias seguidos foram preenchidas considerando tendência linear de variação entre o valor da variável nos dias anterior e posterior ao período sem registro(s);

¹ Latitude e longitude em graus decimais: -14,949727, -46,235795.

² De acordo com Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2010, o município de Formoso-MG contava com 9.562 habitantes, distribuídos numa área de 3.685,7 km², apresentando densidade média populacional de 2,59 habitantes/km².

- Para completar dados de insolação em dias com registros de outros dados climáticos diários foi considerada a relação da insolação com outras variáveis relacionadas, principalmente com a precipitação e temperaturas máximas ou médias observadas no mesmo dia. Para tanto, os registros correspondentes a toda a série histórica de dados da estação meteorológica (maio/1976-março/2021) foram listados em ordem decrescente de precipitação, decrescente de temperatura máxima diária do ar, crescente de mês e crescente de dia. Considerando essa ordem foi copiado o dado de insolação do registro com data mais próxima (independentemente do ano) em que ocorreu mesma precipitação e valores semelhantes de temperatura máxima e de outras variáveis climáticas. Quando havia mais de um registro com a mesma data ou com mesma diferença de dias em relação àquele com falta de dados, e que apresentava precipitação e temperatura máxima semelhantes à data com dados de insolação faltantes, foi considerado o valor médio de insolação apresentado nesses registros com a mesma data ou datas próximas (com diferença de até sete dias);
- No caso de períodos sem registros de dados climáticos por mais de cinco dias seguidos, os dados diários foram completados considerando registros da mesma data correspondentes ao ano mais próximo e com índice Oceânico *El Niño* (ION) da mesma categoria de intensidade que no mês correspondente ao dia com falta de dados e nos meses anteriores. “*El Niño*” e “*La Niña*” são fenômenos climáticos em escala global, caracterizados por anomalias na temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial (entre 120°W e 170°W). Estes podem variar em termos de duração e intensidade, indicada pelo Índice Oceânico *El Niño* – ION, com base na média móvel de três meses. Períodos a partir de cinco meses consecutivos com ION maior que 0,5 °C são caracterizados como de ocorrência do fenômeno “*El Niño*”, e com ION menor que -0,5 °C, do fenômeno “*La Niña*”. A ocorrência e a intensidade dessas anomalias influenciam diretamente na variação da pressão atmosférica, temperatura do ar, regime de chuvas e características climáticas em diversas partes do globo (Ferreira; Mello, 2005; Andreoli; Kayano, 2007; Araújo; Brito, 2011; Cunha et al., 2011; Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2011a, 2011b; Marcuzzo; Romero, 2013; Kayano; Capistrano, 2014; Nóbrega et al., 2016; Santos, 2016). Assim, a partir dos registros do ION disponibilizados pelo Serviço Climatológico Nacional dos Estados Unidos, *National Weather Service* (Estados Unidos, 2021), foram obtidos os valores do ION correspondentes ao período a partir de 1980, os quais foram posteriormente categorizados de acordo com a sua intensidade, como apresentado na **Tabela 1**. Nessa mesma tabela também foram indicados os períodos com mais de cinco dias seguidos sem registros de dados climáticos na Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, facilitando a identificação do ano mais próximo com ION de intensidade semelhante no mesmo mês com lacuna de registro de dados durante o período de 30 anos analisado (1989, 1990 e 1993 a 2020), e, adicionalmente, o(s) ano(s) com padrão mais semelhante de ocorrência de anomalias de temperatura no Oceano Pacífico nos seis, e, em segundo lugar, nos doze meses anteriores à data com dados faltantes, auxiliando na definição do ano considerado para o preenchimento dos registros diários faltantes durante o período de estudo³.

³ Indicação do mês/ano com período maior que cinco dias sem registro de dados na Estação Meteorológica de Formoso/Inmet e, entre parênteses, ano considerado para completar dados diários faltantes: ago.-set./1993 (1990), ago.-out./1998 (1999), jul./1999 (1988), set./2000 (1995), jul./2001 (1996), jul./2003 (2005), set./2004 (1986), set./2005 (2003), set./2006 (1986), set./2007 (1999), set./2008 (1989), set./2009 (1986), set./2010 (1999), set./2011 (1995), set./2012 (1996), set./2013 (2001), set./2014 (2001), set./2015 (1997), set./2016 (1995), set./2017 (1990), set./2018 (2001), 16-31/dez./2018 (2014), jan./2019 (2015), set./2019 (2003) e set./2020 (1995).

Após completar os dados climáticos faltantes foi realizada análise de consistência visando identificar a ocorrência de potenciais falhas nos registros diários, como a ocorrência de temperaturas máximas ou médias inferiores à mínima do mesmo dia, temperaturas médias maiores que a máxima, temperaturas mínimas em dias com temperaturas médias e máximas muito altas e discrepantes das registradas em dias próximos, temperaturas extremas diferentes das consideradas pelo Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia, 2021b, 2021c) para o mesmo período; umidade relativa muito baixa após dias seguidos de chuva ou muito alta após longos períodos sem chuva, umidade relativa acima de 100%; tempo de isolamento extenso em dias com alta precipitação; valores absurdos para a região como temperaturas negativas; velocidade média do vento acima de 50 m/s; precipitação diária negativa ou superior a 300 mm; mais de quatro dias com dados repetidos (excetuando precipitações iguais a zero). Quando necessário, para a correção de registros discrepantes foram considerados os critérios já apresentados. Posteriormente, com base nos dias com registro de precipitação pluvial acima de zero foi contabilizado o número total de dias com ocorrência(s) de chuva(s), e também o número de dias seguidos com e sem chuva. Dividindo os volumes decendiais acumulados pelos dias exatos correspondentes ao respectivo decêndio, foi calculada a precipitação média diária por decêndio. Com base nos registros diários de insolação, foi calculado o tempo acumulado de insolação por ano, mês e decêndio; e, dividindo esses últimos valores pelo número exato de dias de cada decêndio, o tempo médio diário de insolação por decêndio. A partir da diferença entre as temperaturas máximas e mínimas absolutas diárias, foi calculada a amplitude térmica diária. Dada a falta de registros de temperaturas máxima e média compensada diárias na maior parte dos dias a partir de 8 de março de 2016, para a plotagem dos dados de temperaturas extremas e amplitudes térmicas anuais de 30 anos, foram considerados os dados referentes ao período entre 1985 e 2016 (excetuando 1991 e 1992). O mesmo período foi considerado para a representação comparativa de dados anuais de velocidade do vento.

Com base no conjunto organizado de dados climáticos diários, foram geradas estatísticas anuais, mensais e decendiais; análises de tendências médias (lineares) interanuais da série de dados e diagramas climáticos considerando o modelo proposto por Walter e Lieth em 1960 (Clasificación..., 2020; Zepner et al., 2021), representando normais climatológicas locais baseadas em dados de 30 anos, a partir da série histórica de dados consistidos referentes principalmente ao período entre 1989 a 2020, excetuando 1991 e 1992.

Tabela 1. Intensidade dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* entre jan./1980 e fev./2021 (excetuando 1991 e 1992), indicando meses com mais de cinco dias sem registros de dados climáticos na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG.

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1992	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												
2018												
2019												
2020												
2021												

Legenda:

Evento	Índice Oceânico	<i>El Niño</i>	Intensidade
	$\geq 1,5$		Forte
<i>El Niño</i>	$\geq 1,0$ - $< 1,5$		Moderado
	$\geq 0,5$ - $< 1,0$		Fraco
Neutralidade climática	$> -0,5$ - $< 0,5$		Neutro
	$\geq -0,5$ - $< -1,0$		Fraco
<i>La Niña</i>	$\geq -1,0$ - $< -1,5$		Moderado
	$\geq -1,5$		Forte

período analisado X mais de cinco dias sem registros de dados

Observações climáticas em Formoso-MG (1989–2020)

Precipitação pluviométrica

Para o período 1989-2020 (excetuando 1991-1992) foi calculada precipitação média anual \pm desvio padrão de $1.208,89 \pm 229,10$ mm (**Tabela 2**), tendo variado entre 800,3 mm em 2007 e 1.627,6 mm em 2006. Em média, ocorre precipitação pluvial em aproximadamente 1/3 dos dias do ano ($107,9 \pm 13,2$ dias). Durante o período analisado ocorreram variações interanuais em termos de chuva acumulada, mas não foi observada tendência média anual considerável em termos de aumento ou diminuição do volume precipitado durante o período analisado (**Figura 2**). Já quanto ao número anual de dias com precipitação, foi observada tendência média de diminuição, ou seja, de concentração das chuvas anuais em menos dias. A tendência de concentração das chuvas em menos dias também foi observada por Nóbrega et al. (2016) em estações meteorológicas do Estado de Pernambuco. De acordo com esses autores, a ocorrência temporal mais concentrada de precipitações numa região que já apresenta distribuição sazonal destas em poucos meses do ano poderá trazer graves impactos para as atividades dependentes do clima.

Em termos de volume médio diário precipitado verificou-se que praticamente na metade dos dias em que ocorre chuva (48,3%) o volume precipitado é menor do que 5 mm; em 16,7% dos dias chove entre 5 e 10 mm; em 17,2%, entre 10 e 20 mm; 14,5% de 20 a 50 mm; 3,0% entre 50 e 100 mm; e em 0,3% dos dias com chuva tem ocorrido precipitações diárias acima de 100 mm (**Figura 3**). Em relação ao número de dias com ocorrência de chuvas de até 5 mm, verificou-se variação interanual considerável, porém, tendência média de diminuição dos dias com precipitação de menor volume durante o período analisado (**Figura 3**), o que foi verificado também ao longo do tempo nos meses chuvosos de fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, mesmo que com baixa correlação (**Figura 4**). Araújo e Brito (2011) também observaram redução do número de dias por ano com chuvas moderadas em estações meteorológicas do Oeste do Estado da Bahia, em estudo realizado visando identificar potenciais tendências de mudanças climáticas no Estado. Salvador (2014) observou padrão interanual semelhante de redução do número de dias com chuvas moderadas ao analisar dados registrados entre 1965 e 2012 na Estação Meteorológica de Barreiras/Inmet ($12^{\circ}09'21,03''$ S, $45^{\circ}00'29,77''$ W, 439,29 m de altitude), situada no oeste do Estado a Bahia, distante aproximadamente 340 km de Formoso-MG.

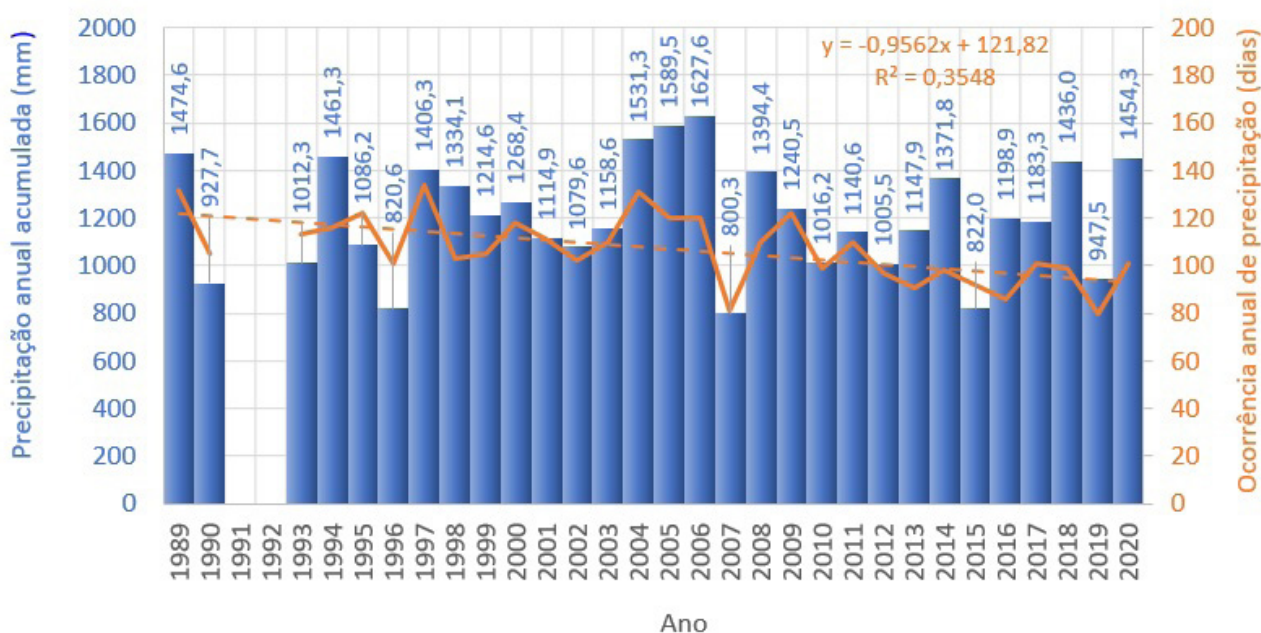


Figura 2. Precipitação pluviométrica anual acumulada e dias com ocorrência de precipitação pluvial na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

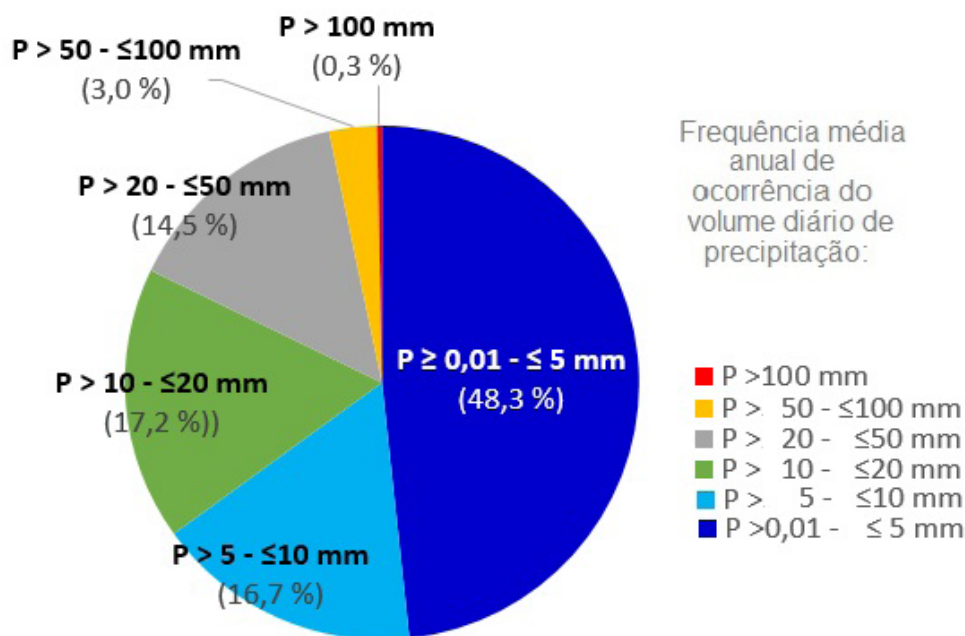


Figura 3. Percentual médio anual de ocorrência de volumes diários de chuva na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

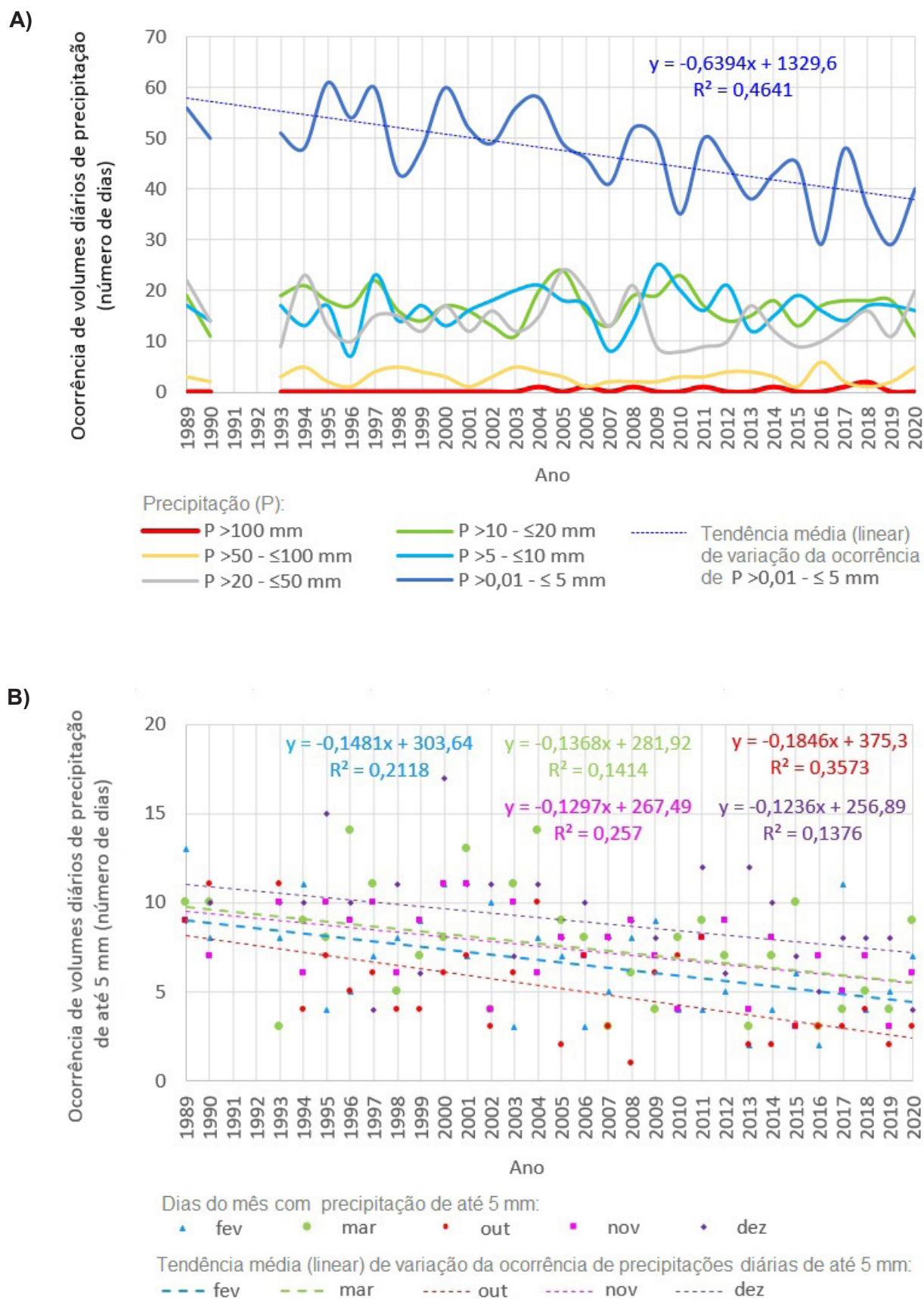


Figura 4. Variação anual dos volumes diários acumulados de precipitação registrados na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) frequência anual por volume diário precipitado e (B) frequência mensal de precipitações diárias de até 5 mm. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Quanto à distribuição das precipitações pluviométricas durante o ano, assim como anteriormente observado por outros autores para a região, verifica-se alta concentração do período de chuvas entre os meses de outubro e abril, correspondendo a 97,25% da precipitação pluvial anual. Esses representam meses com precipitações médias acumuladas superiores a 80 mm. A maioria dos decêndios entre o último de outubro (O3) e o terceiro de março (M3) apresentaram precipitações acumuladas acima de 50 mm (**Figura 5, Tabelas 2 a 4**), excetuando precipitações registradas no terceiro decêndio de fevereiro (F3). Nesse decêndio foi verificada diminuição em mais do que 25% (1/4) da precipitação média diária em relação às médias diárias registradas nos decêndios anterior e posterior, indicando a ocorrência normal média de um pequeno veranico no terceiro de fevereiro.

Dezembro, março e novembro têm sido os meses mais chuvosos em Formoso, concentrando mais que a metade da precipitação anual (53,6%), e apresentando precipitação média mensal acumulada superior a 200 mm: dezembro (224,3 mm), março (217,0 mm) e novembro (206,8 mm) (**Figura 5A**). Ao analisar os picos de precipitação média acumulada decendial, destacaram-se quatro decêndios com precipitação acumulada média acima de 70 mm, os quais concentram mais de 1/4 da precipitação média anual (25,7%): o segundo decêndio de dezembro (D2: 85,6 mm), o segundo decêndio de março (M2: 79,3 mm), o terceiro decêndio de novembro (N3: 75,1 mm) e o terceiro decêndio de janeiro (J3: 70,2 mm) (**Figura 5B**). Esses também foram os decêndios com maior precipitação média diária (respectivamente, D2: 8,6 mm/dia, M2: 7,9 mm/dia, N3: 7,5 mm/dia e J3: 6,4 mm/dia) (**Figura 5C**). O padrão está de acordo com o geral apresentado para levantamentos em regiões próximas, realizados por outros autores como Araújo e Brito (2011), Borghi et al. (2014), Salvador (2014), Jardim e Moura (2018) e Albuquerque et al. (2020).

Em termos de número médio de dias com ocorrência de precipitação(ões), conforme esperado, verifica-se padrão semelhante ao do volume total acumulado por mês e decêndio (**Figuras 5 e 6**). Cinco meses, entre novembro e março, apresentaram, em média, mais que a metade dos dias com ocorrência(s) de chuva(s): dezembro (18,6 dias, 59,9%), novembro (17 dias, 56,7%), janeiro (16,6 dias, 53,7%), março (52,7%) e fevereiro (14,6 dias, 51,6%). Em nível decendial, excetuando o primeiro decêndio de fevereiro, todos os decêndios entre o segundo de novembro e o segundo de março apresentaram mais do que a metade dos dias com ocorrência(s) de chuva(s): terceiro decêndio de novembro (N3: 6,7 dias, 67,0%); segundo e terceiro decêndios de dezembro (respectivamente, D2: 6,1 dias ou 61,0%, e D3: 6,7 dias ou 60,6%); segundo de março e primeiro de dezembro (M2 e D1: ambos com média de 5,8 dias, 58%); o terceiro decêndio de janeiro (J3: 6,1 dias, 55,8%); o primeiro decêndio de janeiro (J1: 5,3 dias, 53,3%); o terceiro e segundo decêndios de fevereiro (respectivamente, F3: 4,4 dias ou 53,1% e F2: 5,3 dias ou 52,7%); o segundo decêndio de janeiro (J2: 5,2 dias, 51,7%); e o primeiro decêndio de março (M1: 5,0 dias ou 50,3%). O terceiro decêndio de março apresentou, em média, a metade dos dias com ocorrência de chuvas (M3: 5,5 dias ou 50,0%). Embora ocorra grande concentração de chuvas entre outubro e abril, em média, o número sequencial de dias com ocorrência de chuva(s) não costuma ultrapassar sete dias nesses meses (**Figura 7**). Os períodos máximos de dias seguidos com ocorrência de chuva(s) em anos diferentes entre 1989 e 2020 foram observados em 9/jan./1994 (24 dias), 23/dez./1989 (23 dias), 26/jan./2016 (21 dias), 23/dez./2000 (19 dias) e 09/jan./2002 (19 dias).

Quanto ao volume diário das precipitações registradas, em todos os meses e em quase todos os decêndios predominaram volumes diários de precipitação de até 5 mm (**Figura 8**). A única exceção foi observada no terceiro decêndio de junho, em que predominaram precipitações diárias entre 5 mm e 10 mm, nos escassos dias com chuva nessa época do ano. Na maioria dos decêndios do período entre o primeiro de abril (A1) e o terceiro de outubro (O3), nos dias com ocorrência de chuva os volumes diários precipitados nos dias com ocorrência de chuva foi inferior a 5 mm. Entre os terceiros

decêndios de maio e junho, aproximadamente 1/3 das escassas precipitações diárias nesse período apresentou entre 5 mm e 10 mm. De outubro e abril, em torno de 15% das chuvas diárias apresentou volumes entre 5 mm e 10 mm, e 16%, volumes diários entre 10 mm e 20 mm, 15% volumes diários entre 20 mm e 50 mm e 4% volumes diários entre 50 mm e 100 mm. Nos meses de outubro a março, excetuando janeiro, também tem ocorrido, em média, um a dois dias com volume diário precipitado maior do que 100 mm. Esses eventos de mais de 100 mm de precipitação concentrada num mesmo dia foram registrados no segundo decêndio de outubro, entre o segundo decêndio de novembro e o terceiro de dezembro, e entre o primeiro de fevereiro e o terceiro de março. Durante o período observado, chuvas diárias acima de 100 mm foram registradas em 19/out./2001 (121,4 mm), 14/nov./2008 (119,0 mm), 20/fev./2018 (113,0 mm), 26/mar./2014 (111,2 mm), 30/dez./2017 (108,6 mm), 04/fev./2018 (108,3 mm), 10/fev./2004 (106,6 mm), 18/mar./2006 (também 106,6 mm) e 13/dez./2011 (102,5 mm).

Entre os meses de maio e setembro observa-se um período de estiagem, com precipitações médias mensais acumuladas inferiores a 16 mm e decendiais acumuladas inferiores a 10 mm. Entre o primeiro decêndio de junho e o segundo de agosto a precipitação média decendial acumulada não atinge nem 2 mm. No primeiro decêndio de julho não houve nenhum registro de precipitação pluvial ao longo dos trinta anos analisados, e nem desde que a Estação Meteorológica de Formoso foi instalada (maio/1976). Entre os segundos decêndios de maio e de setembro a ocorrência média de dias com chuva foi inferior a um dia, indicando haver anos com e outros sem nenhum dia de chuva nesses decêndios⁴ (**Figura 6**). Assim, principalmente os meses de maio a setembro representam um período natural de estiagem pronunciada, representando meses com escasso aporte hídrico no solo, resultando num déficit hídrico pronunciado que frequentemente se estende até o último decêndio de outubro, quando passa a haver excesso de água disponível no solo, assim como apresentado por Albuquerque et al. (2020) em estudo realizado referente à região.

Em termos de período sem ocorrência de chuvas, verificou-se média anual de aproximadamente 72 dias seguidos sem chuva, normalmente estendendo-se até o terceiro decêndio de agosto (A3) (**Figura 8**). Apesar disso, houve anos com períodos maiores e menores de dias seguidos sem chuva durante a época de seca. Os períodos máximos de dias seguidos sem ocorrência de chuva(s) em anos diferentes entre 1989 e 2020 foram registrados em 28/out./2005 (155 dias), 10/out./2020 (155 dias), 22/set./1998 (145 dias), 06/out./1995 (135 dias) e 02/out./2011 (134 dias). Também foram observados anos com períodos bem menores sem ocorrência de chuvas, como 1989 (até 48 dias), 2004 (até 50 dias), 2014 (até 51 dias), 2006 (até 58 dias) e 1990 (até 63 dias).

⁴ Por exemplo, decêndio com média de 0,8 dia de chuva por ano equivale a uma média de oito dias de chuva nesse decêndio em dez anos.

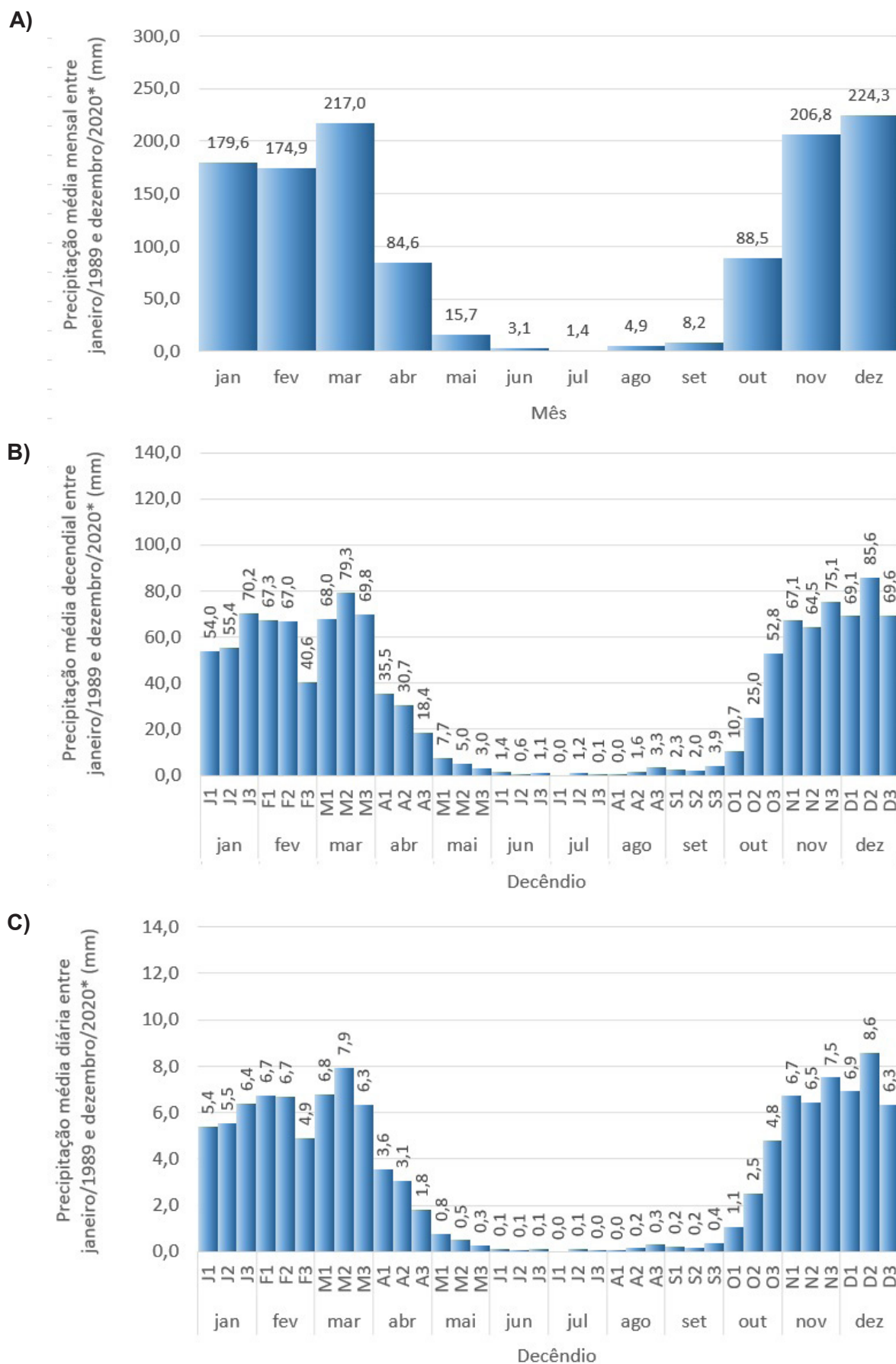
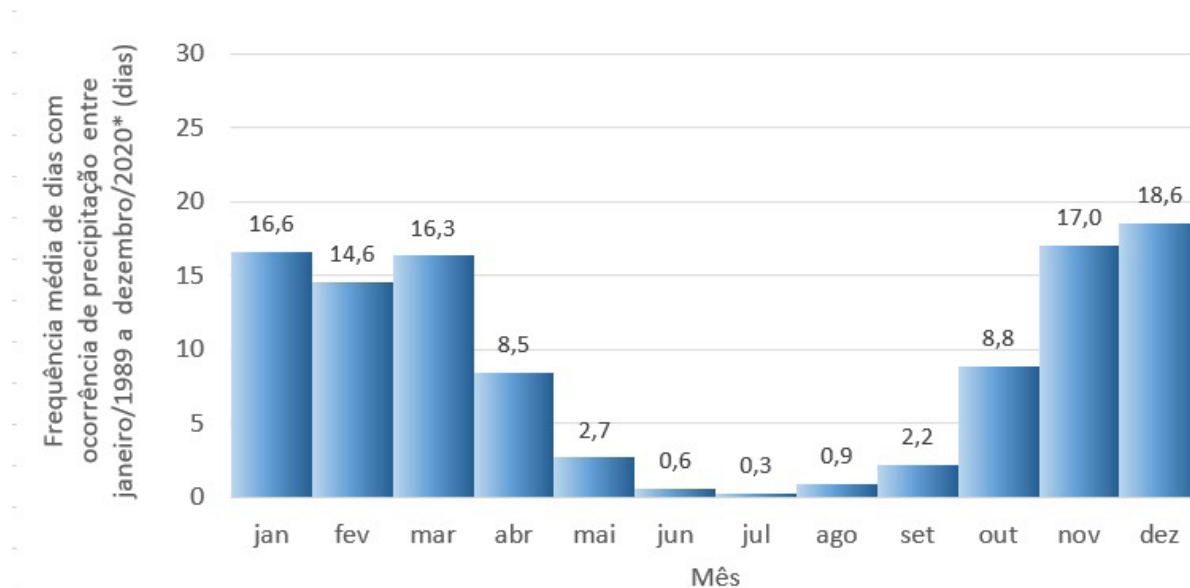


Figura 5. Precipitações médias mensais e decendiais registradas na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) precipitação média mensal acumulada, (B) precipitação média decendial acumulada e (C) precipitação média diária por decêndio. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

A)



B)

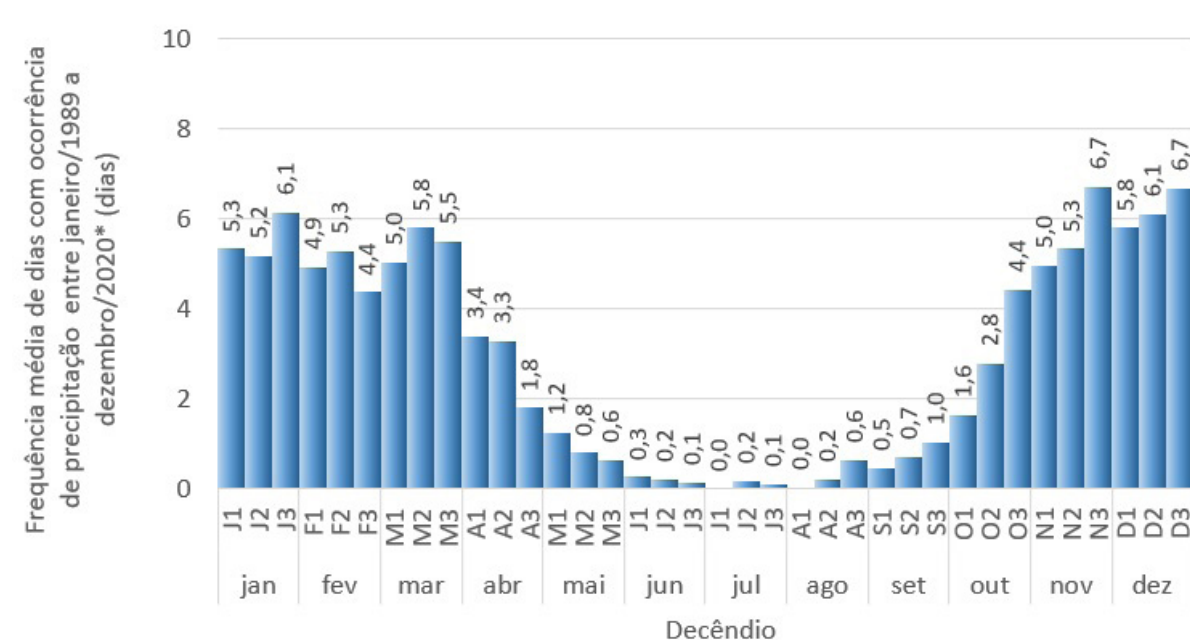


Figura 6. Frequências médias mensal e decendial de dias com ocorrência de precipitação na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) frequência média mensal e (B) frequência média decendial. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

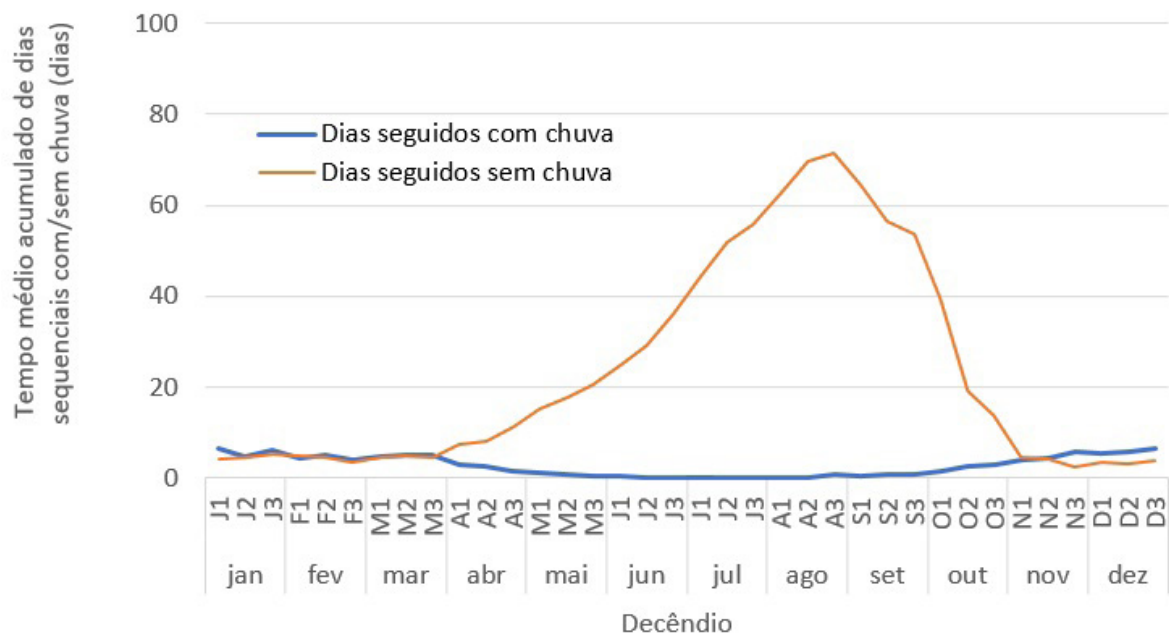


Figura 7. Tempo médio sequencial de dias com e sem chuva por decênio na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

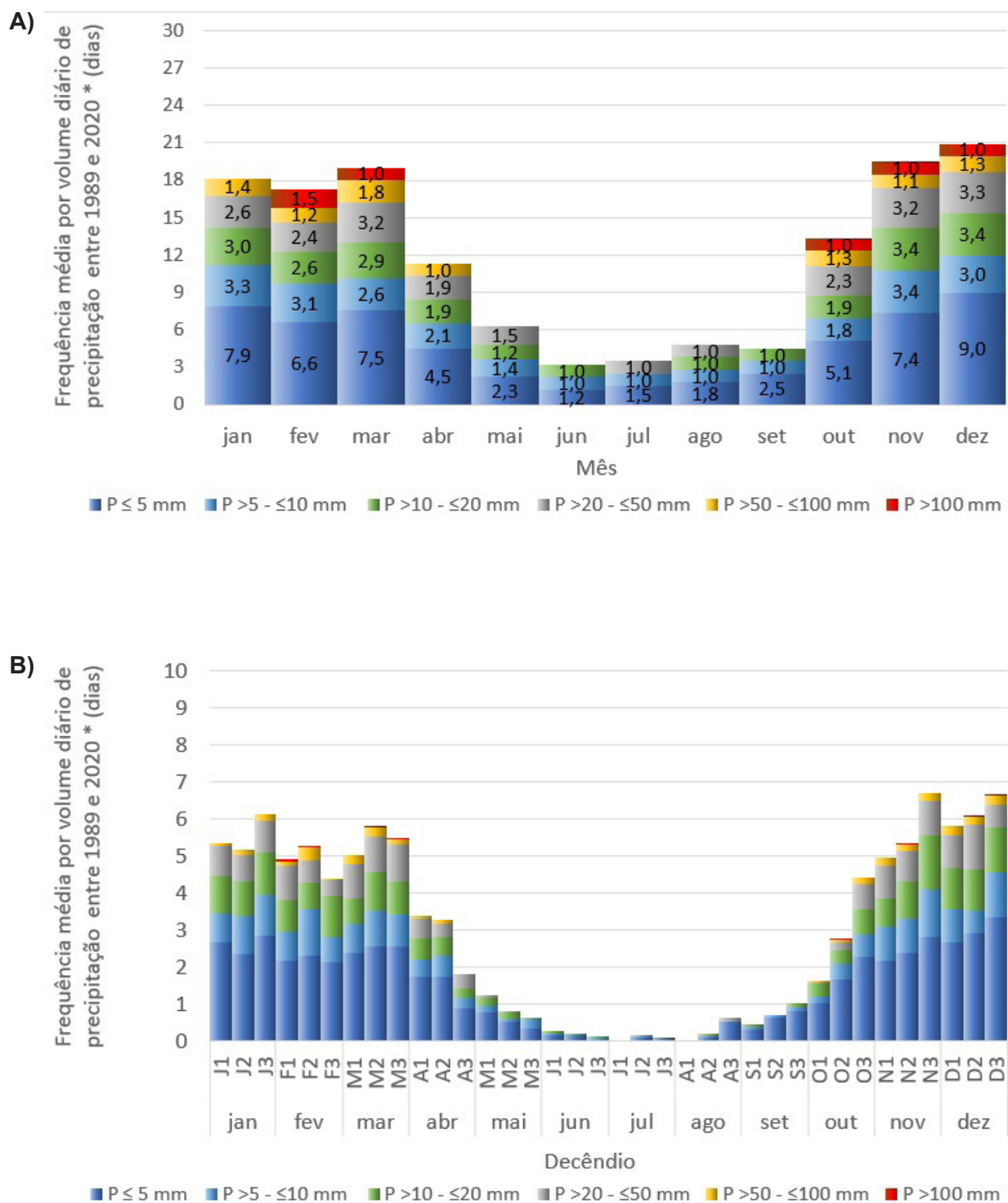


Figura 8. Frequências médias mensal e decendial de dias por classe de volume precipitado na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) frequência média mensal e (B) frequência média decendial. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Insolação

A insolação média anual entre 1989 e 2020 (excetuando 1991-1992) foi de $2.478,60 \pm 177,23$ horas (**Tabela 3**). O maior tempo de insolação no período foi registrado no ano de 2002 (2.815,5 horas de sol), e o menor, em 1989 (1.771,0 horas de sol) (**Figura 9**). Não foi observada tendência evidente de variação interanual do tempo de insolação ao longo do período analisado. Foi verificada forte relação inversa entre a precipitação e o tempo de insolação anuais acumulados, conforme poderia ser esperado considerando que nos dias com ocorrência de precipitação há maior nebulosidade e, portanto, o tempo de insolação é menor (**Figura 10**).

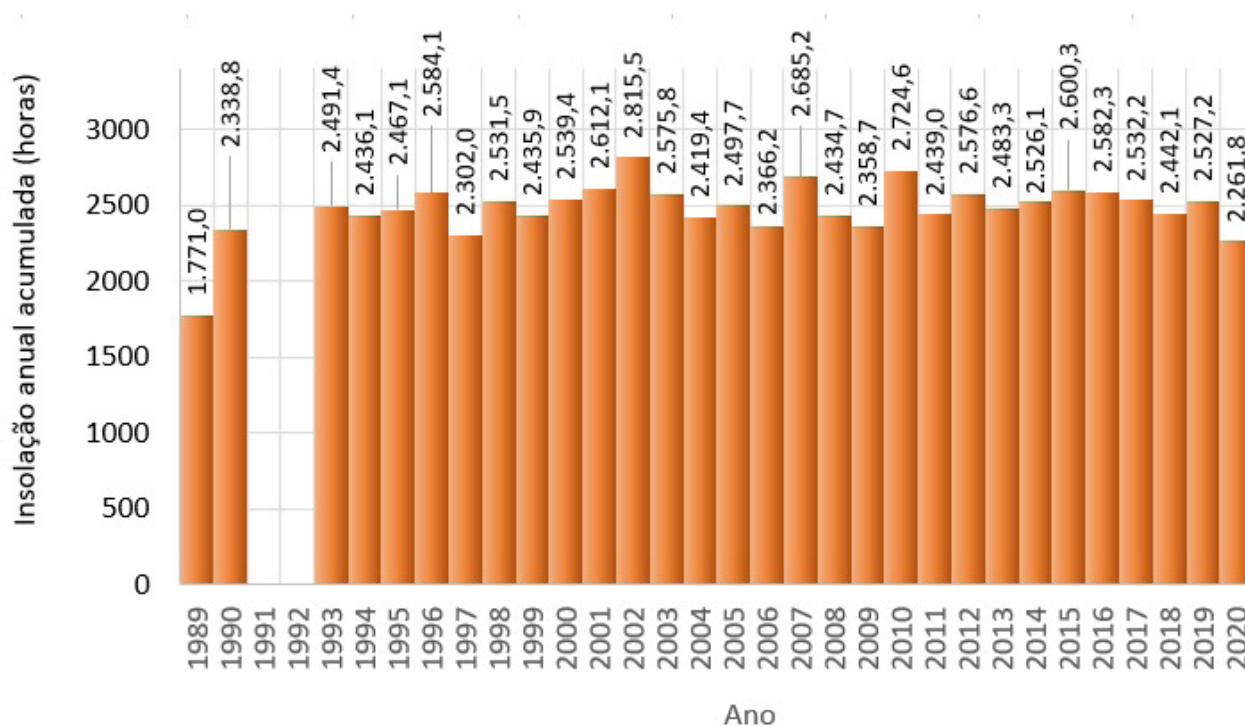


Figura 9. Horas de insolação anual acumuladas na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

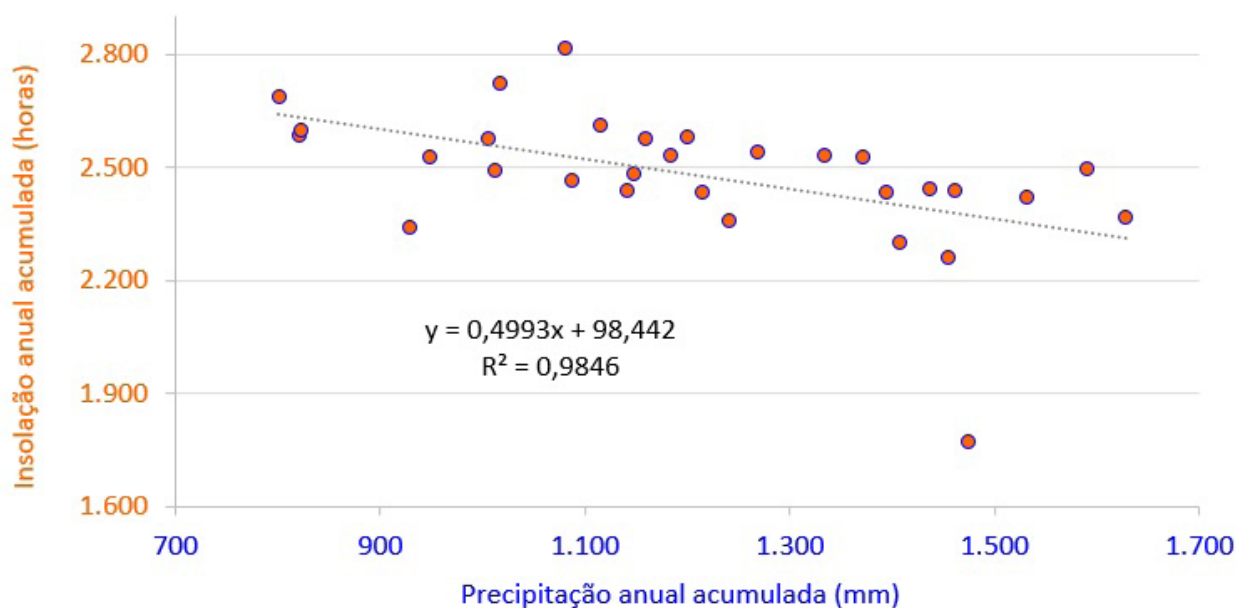


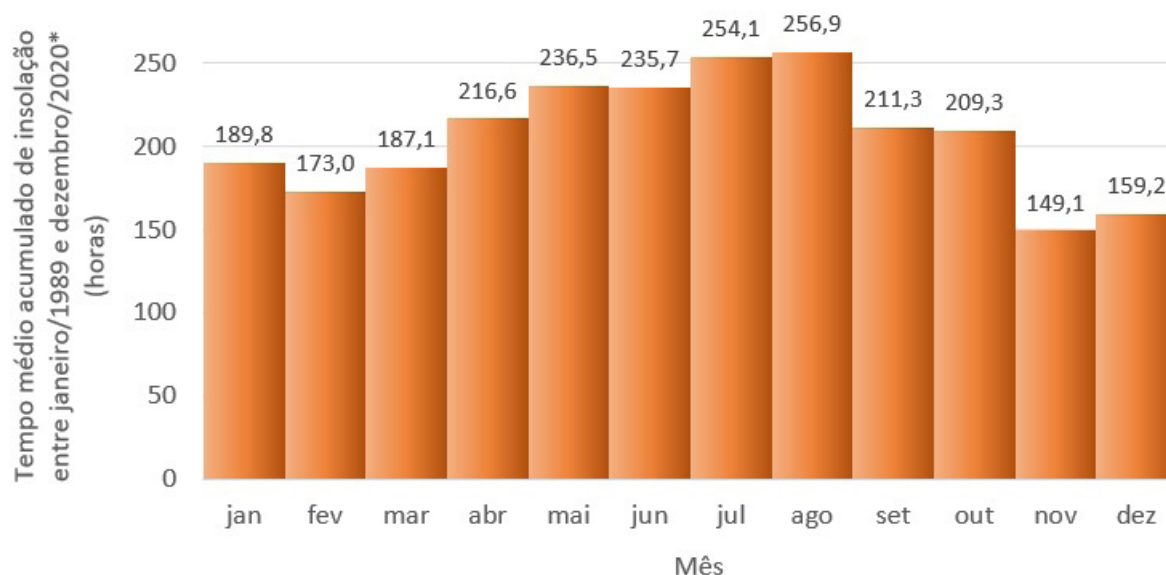
Figura 10. Relação entre a precipitação e o tempo de insolação anuais acumulados observados na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

A relação inversa entre as médias de precipitação e de insolação acumuladas também é observada ao comparar os padrões mensal e decendial de ambas as variáveis (respectivamente, **Figuras 5 e 11; Tabelas 3 e 4**). Os meses com maior tempo médio acumulado de insolação foram agosto e julho (256,90 e 254,09 horas de sol, respectivamente). Já os com menor insolação foram novembro e dezembro, que estão entre aqueles com maior precipitação pluviométrica (respectivamente, 149,10 e 159,22 horas de sol).

Em nível decendial, os registros de maior insolação média diária foram observados entre o segundo decêndio de julho (J2) e o segundo de agosto (A2), com 8,03 horas diárias de sol em J2; 8,58 horas diárias de sol em J3; 8,87 horas em A1 e 8,45 horas de sol em A2 (ou seja, respectivamente, ~8h02min; ~8h35min, 8h52min e ~8h27min de sol). Os decêndios com menor insolação média diária foram o terceiro de novembro (N3) e os dois primeiros de dezembro (D1 e D2), com tempo médio diário de insolação de, respectivamente, 4,28, 4,82 e 4,97 horas (ou seja, ~4h17min em N3, ~4h49min em D1 e ~4h58min em D2), que é aproximadamente a metade do tempo observado nos meses com maior insolação.

De maneira geral, por estar situado no Hemisfério Sul, poderia ser esperado que Formoso apresentasse maior tempo de insolação nos meses entre setembro e março (Cecílio Júnior, 2012), período do ano em que o sol fica mais tempo acima do horizonte na localização geográfica da estação meteorológica. Isto, porém, não se verifica no local porque coincide com a época do ano em que ocorre concentração das chuvas e consequente maior nebulosidade, limitando as horas de insolação nessa época. Ao longo do período analisado, os dias com picos de insolação ocorreram justamente nos meses de novembro e dezembro, em dias sem precipitação (dezembro) ou com precipitação de até 0,2 mm (novembro) em que foram registradas no mínimo 12 horas de sol: 13/nov./2002, 03/dez./2002, 23/dez./2010 e 27/dez./2014. Isto indica que mesmo durante o período chuvoso, ocorrendo dias sem precipitação próximos do solstício de verão (21 de dezembro), há maior probabilidade de ocorrência de dias com mais tempo de insolação.

A)



B)

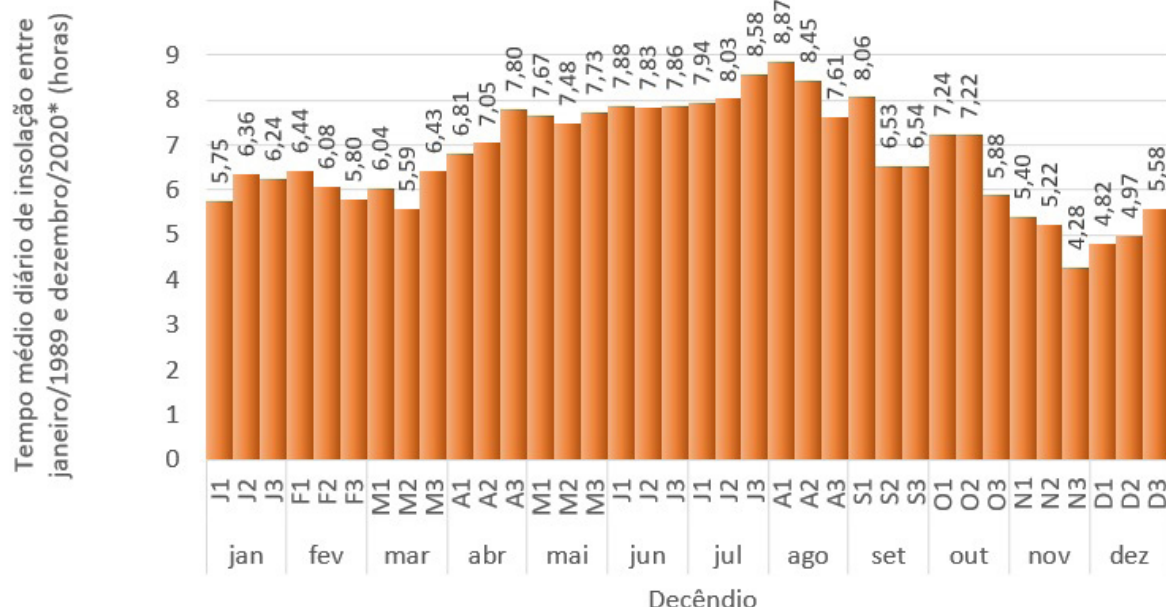


Figura 11. Insolações médias mensal e decendial registradas na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) insolação média mensal acumulada, (B) insolação média diária decendial. O tempo foi representado em horas decimais⁵. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a)

Temperatura do ar e amplitude térmica

Entre 1989-2020 (excetuando 1991-1992), as temperaturas médias anuais compensadas foram de $23,67 \pm 0,54$ °C, tendo variado durante o período entre 22,9 °C em 2006 e 25,3 °C em 2019 (**Figura 12A; Tabelas 2 a 4**). Em relação às temperaturas mínimas, as médias anuais foram de $15,09 \pm 0,71$ °C, tendo variado entre 13,8 °C em 1999 e 16,6 °C em 2019. Quanto às temperaturas máximas, as médias anuais foram de $34,65 \pm 0,60$ °C, com variação entre 33,7 °C em 2006 e 36,3 °C em 2019. Ao longo do período analisado observou-se pequena tendência de aumento das temperaturas mínimas médias e das médias compensadas anuais. Padrão semelhante foi observado por Araújo

⁵ No formato decimal, por exemplo, 0,10 hora corresponde a 6 minutos; 0,25 hora, a 15 minutos; 0,50 hora, a 30 minutos e 0,75 hora, a 45 minutos; 0,90 hora corresponde a 54 minutos; 1,50 hora, a uma hora e meia.

e Brito (2011) para diversas estações meteorológicas analisadas do Estado da Bahia em estudo avaliando tendências de mudanças climáticas no período 1947-1991.

As amplitudes térmicas diárias apresentaram média anual de $12,61 \pm 0,40$ °C, tendo variado entre 11,7 °C em 2016 e 13,3 °C em 2002 (**Figura 12B**). Não foi verificada tendência de variação considerável da amplitude térmica ao longo do período analisado.

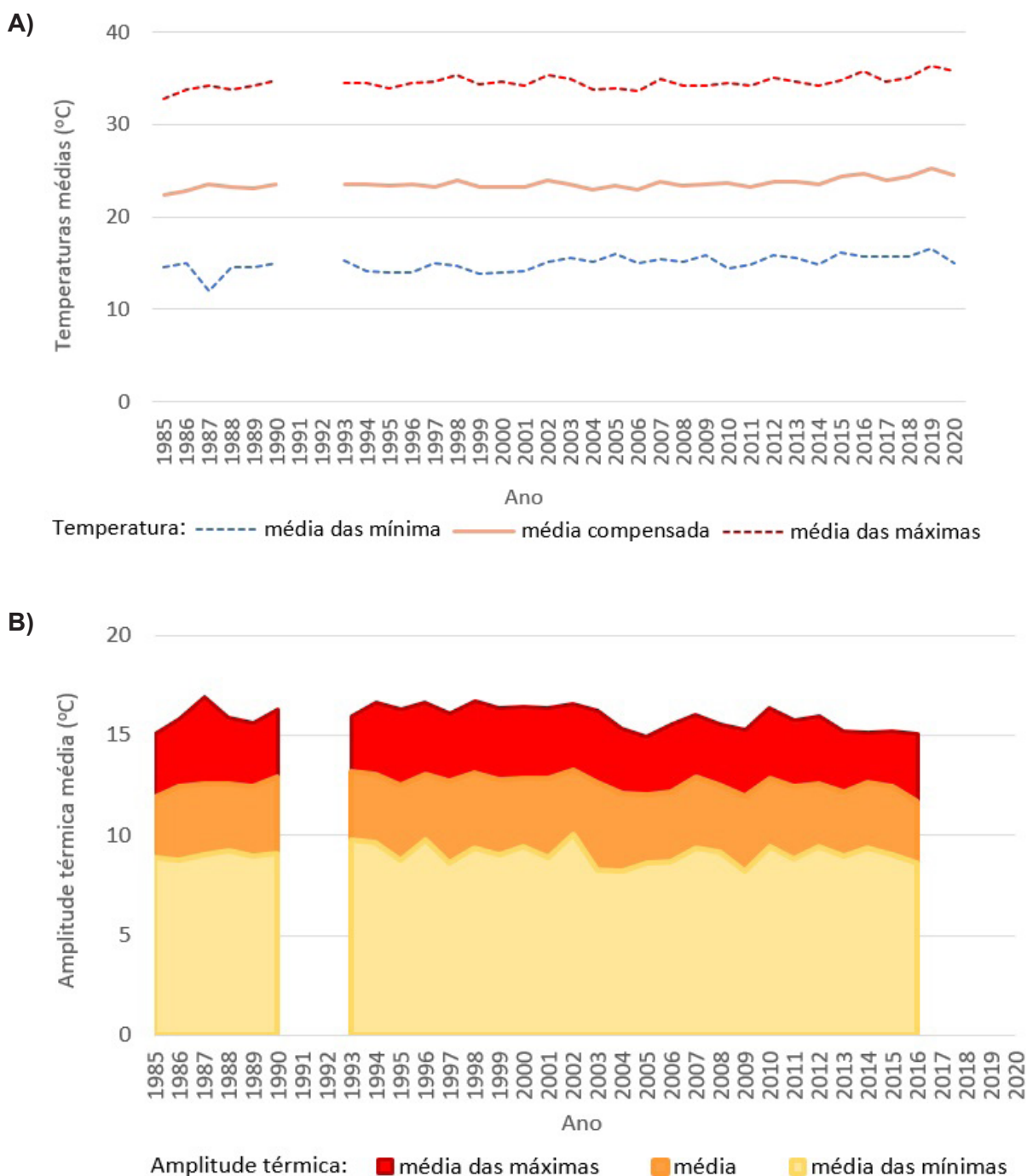


Figura 12. Temperaturas e amplitudes térmicas médias anuais registradas na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) temperaturas mínima, média compensada e máxima médias anuais e (B) amplitudes térmicas médias anuais. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Em relação à variação da temperatura ao longo do ano, foi observado que os meses com maiores temperaturas médias compensadas foram outubro (25,37 °C), setembro (24,56 °C), fevereiro (24,24 °C) e janeiro (24,19 °C); e aqueles com as menores temperaturas médias compensadas foram julho (21,22 °C), junho (21,40 °C), agosto (22,10 °C) e maio (22,54 °C) (**Figura 13A, Tabelas 2 a 4**). No caso das temperaturas mínimas médias, os meses com valores mais baixos foram agosto (18,70 °C), julho (19,35 °C), junho (20,13 °C) e maio (21,13 °C); e aqueles com valores mais altos, outubro (23,41 °C), janeiro (23,03 °C), setembro (22,82 °C) e abril (22,62 °C). Quanto às temperaturas médias máximas, os meses com os maiores valores foram outubro (27,31 °C), novembro (26,43 °C), abril (26,14 °C) e setembro (26,12 °C); enquanto aqueles com menores valores médios de temperaturas máximas foram julho (22,36 °C), junho (22,73 °C), agosto (23,48 °C) e maio (23,97 °C). Os períodos mais quentes ocorreram durante o período de chuvas. Já os dias mais frios, durante o inverno no Hemisfério Sul, em que há raras precipitações.

Em termos de decêndios, aqueles com as maiores temperaturas médias compensadas foram o terceiro de setembro (S3: 25,17 °C) e os três de outubro (O1: 25,48 °C; O2: 25,59 °C; O3: 25,06 °C); enquanto os decêndios com os valores menores foram os dois últimos de junho e dois primeiros de julho (em junho: J2: 21,33 °C e J3: 21,17 °C; em julho: j1: 21,04 °C e 20,99 °C) (**Figura 13B, Tabela 4**). No caso das temperaturas mínimas médias, os decêndios com os valores mais baixos foram os três de julho (J1: 19,50 °C; J2: 17,97 °C; J3: 17,22 °C) e o terceiro de agosto (18,70 °C); enquanto aqueles com maiores valores foram os dois últimos de setembro (S2: 23,28 °C; S3: 23,34 °C), o primeiro de outubro (O1: 23,88 °C) e o primeiro de abril (A1: 22,88 °C). Em relação às temperaturas máximas médias decendiais, os maiores valores foram verificados nos três decêndios de outubro e no primeiro de novembro (respectivamente, O1: 27,40 °C; O2: 27,64 °C; O3: 28,30 °C e N1: 27,87 °C). Já os menores valores foram constatados nos últimos dois decêndios de junho e primeiros dois de julho (respectivamente em junho, J2: 22,61 °C e J3: 23,07 °C; e em julho, J1: 22,19 °C e J2: 22,64 °C).

As temperaturas mínimas absolutas registradas entre 1989 e 2020 foram de 2,2 °C em 04/abr./1995 e 22/mai./2000; de 2,3 °C em 20/mai./1996, e de 2,6 °C em 18/abr./1998. Por outro lado, as temperaturas máximas absolutas registradas durante o período analisado foram de 40,0 °C em 22/out./2015; de 39,0 °C em 30/out./2012 e 21/out./2015; e de 38,9 °C em 18/out./1999 e 06/dez./2002.

Assim, observou-se que os meses mais quentes são setembro, outubro, janeiro e fevereiro; enquanto os mais frios, concentram-se entre maio e agosto. Os dois decêndios com temperaturas mais altas são os dois primeiros de outubro; e aqueles com temperaturas mais baixas, os dois primeiros de julho. Em outubro de alguns anos têm sido registrados picos de até 40 °C; enquanto nos meses de abril e maio têm ocorrido dias com temperaturas mínimas absolutas inferiores a 3,0 °C. Os dias mais quentes coincidem principalmente com o início e durante o período de chuvas na região, em dias sem precipitação, época do ano em que os raios de sol incidem num ângulo maior no Hemisfério Sul. A época do ano com dias mais frios ocorre durante o inverno no Hemisfério Sul, período de estiagem na região.

Observando a variação da amplitude térmica verificou-se que as maiores amplitudes médias diárias ocorrem nos três decêndios de agosto e no primeiro de setembro (A1: 15,37 ± 1,11 °C; A2: 14,99 ± 0,84 °C; A3: 15,29 ± 1,41 °C; S1: 15,53 ± 1,30 °C), enquanto as menores amplitudes diárias têm sido registradas no último decêndio de novembro e nos três decêndios de dezembro (N3: 9,97 ± 1,67 °C; D1: 10,63 ± 1,56 °C; D2: 10,22 ± 2,05 °C; D3: 10,59 ± 1,56 °C) (**Figura 14**). Assim, as maiores amplitudes térmicas diárias têm ocorrido nos meses de agosto e setembro, coincidindo com o final

da época seca e começo da época chuvosa. Já o período com menor amplitude térmica média foi observado durante decêndios com maiores ocorrências de chuvas.

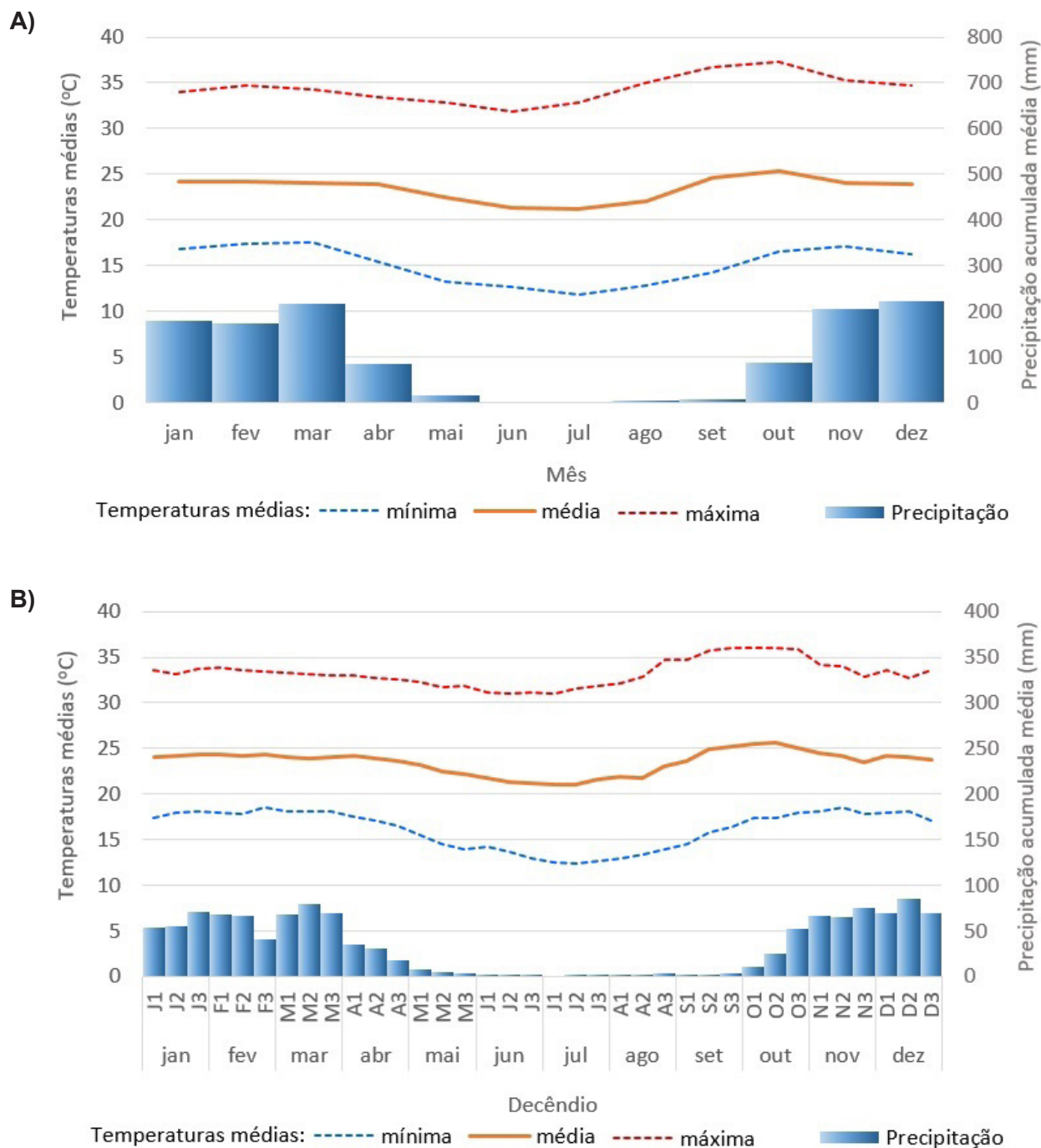


Figura 13. Valores mensais e decendiais de temperaturas mínima, média compensada e máxima médias, e precipitações médias acumuladas registrados na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992): (A) temperaturas médias e precipitação acumulada média mensais e (B) temperaturas médias e precipitação acumulada média por decêndio. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

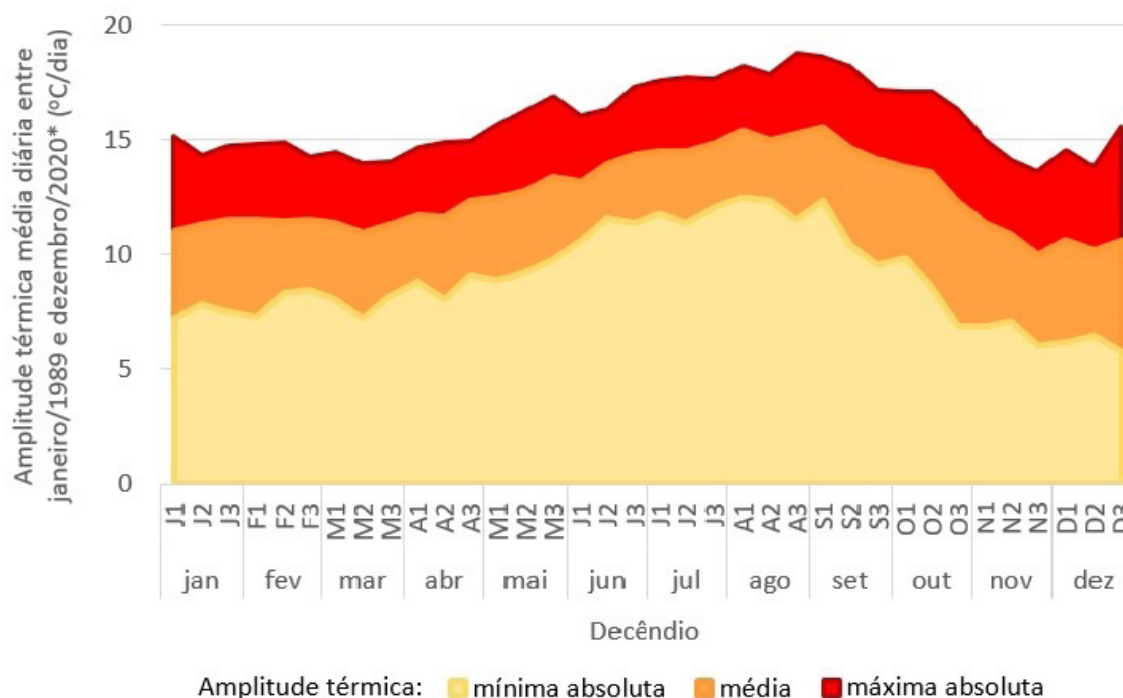


Figura 14. Amplitudes térmicas médias decendiais registradas na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Umidade relativa do ar e velocidade do vento

Entre 1989 e 2020 (excetuando 1991-1992) foram registradas umidades relativas médias do ar anuais de $62,28 \pm 2,41\%$, tendo variado entre 57,7% em 2016 e 66,5% em 1990 (**Figura 15, Tabela 3**). Ao longo do período analisado observou-se tendência de diminuição da umidade relativa média anual.

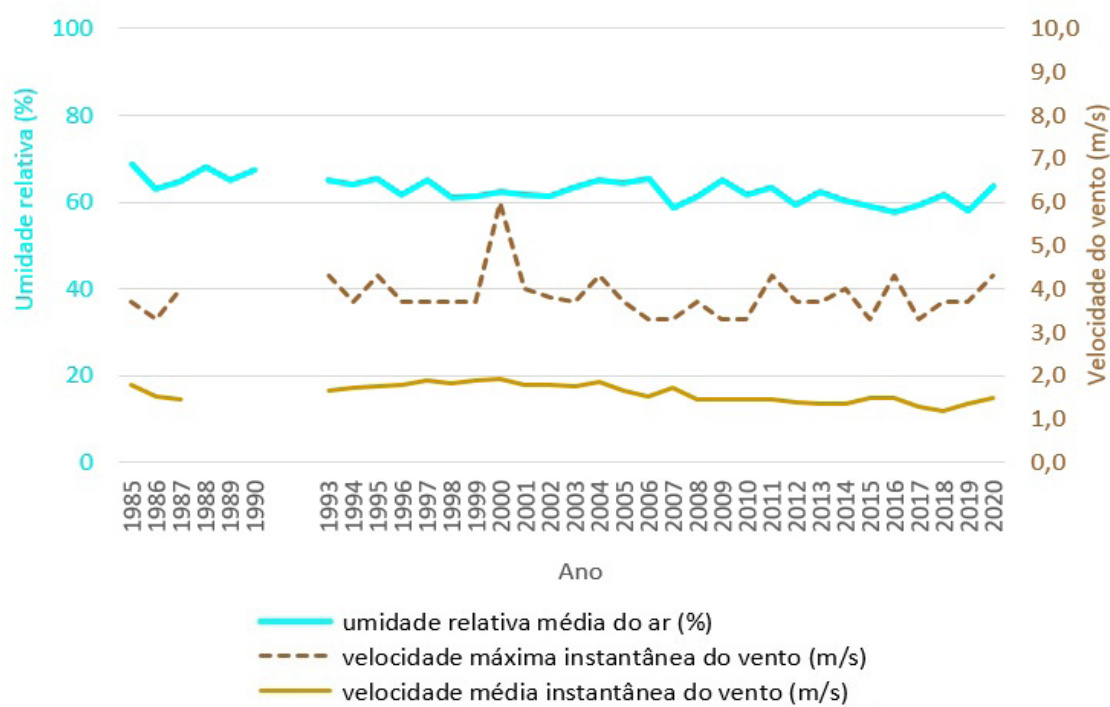


Figura 15. Valores médios anuais de umidade relativa do ar e da velocidade instantânea do vento registrados na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Quanto à variação da umidade relativa do ar ao longo do ano foi observado que os meses com valores médios maiores foram dezembro (74,9%), março (74,8%), fevereiro (72,9%) e janeiro (72,8%), após aproximadamente dois meses de início das chuvas; e os meses com os menores valores de umidade relativa foram agosto (49,1%), setembro (50,7%), julho (55,1%) e outubro (57,9%), coincidindo com o final do período de secas e início da época de chuvas.

Em termos de decêndios, aqueles com as maiores umidades relativas médias diárias foram os dois primeiros de janeiro (J1: 87,6%; J2: 88,3%), o terceiro de fevereiro (F3: 86,8%) e o primeiro de março (86,6%). Já os decêndios com os menores valores de umidade relativa média diária foram o segundo de agosto (A2: 33,4%) e os três de outubro (O1: 34,1%; O2: 30,1%; O3: 36,7%) (**Figura 16**).

As maiores médias diárias de umidade relativa do ar foram registradas em 06/fev./1994 (97,75%), 22/nov./2008 (97,75%), 03/fev./2007 (97,50%), 28/12/2001 (97,00%) e 04/fev./2018 (96,75%). Já as menores umidades relativas médias diárias foram observadas em 16/out./2014 (21,50%), 15/out./2017 (22,25%), 04/out./2020 (24,25%), 11/out./2017 (24,75%) e 15/out./2014, 22/out./2017 e 12/out./2019 (as três datas 25,75%).

A velocidade média instantânea anual do vento foi de $1,5 \pm 0,3$ m/s, tendo variado entre 1,2 m/s em 2018 e 1,9 m/s em 2000. Os valores máximos registrados de velocidade instantânea do vento foram de 6,0 m/s, em 17/dez/2000; de 4,7 m/s em 29/ago./2000 e de 4,3 m/s em 05/set./1995. Em nível decendial, os valores médios mais altos foram observados no primeiro e terceiro decêndios de julho (J1: 2,7 m/s; J3: 2,8 m/s), no segundo de agosto (A2: 2,6 m/s) e no primeiro de setembro (S1: 2,6 m/s), na segunda metade da época seca.

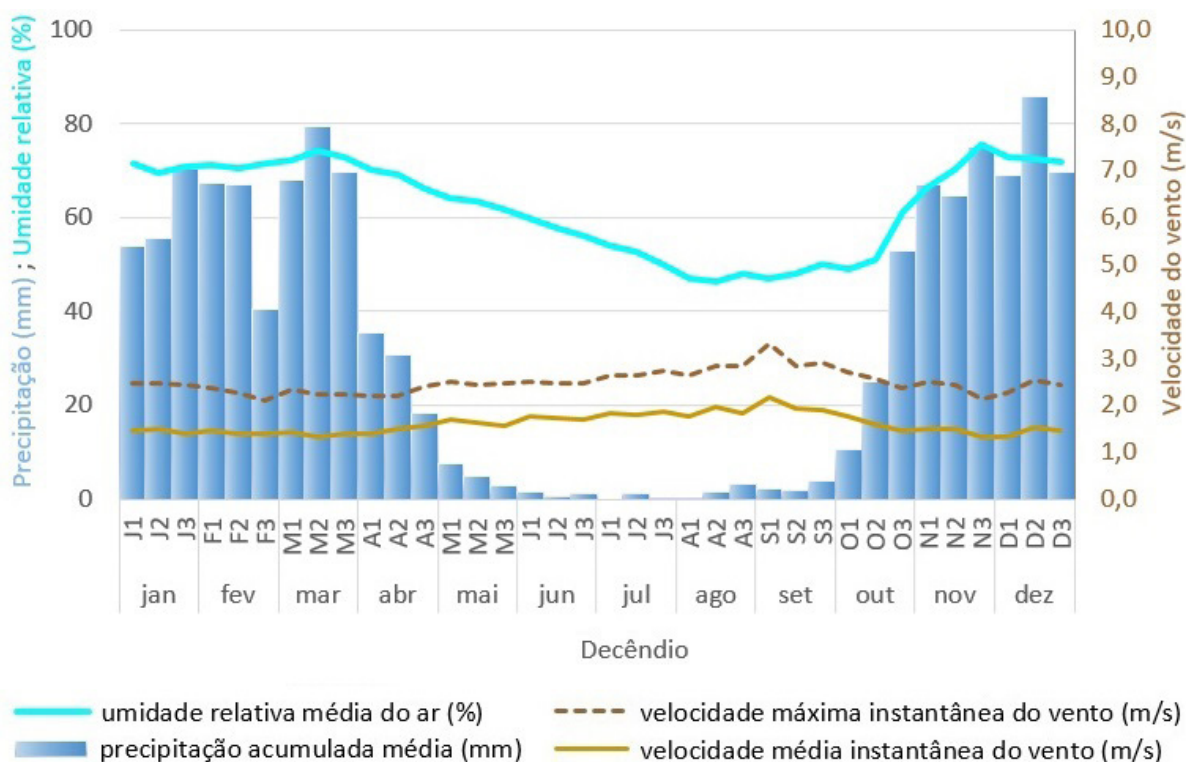


Figura 16. Valores médios de umidade relativa diária do ar, velocidade instantânea do vento e precipitação média acumulada por decêndio na Estação Meteorológica Formoso/Inmet, Formoso-MG, entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992). Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Caracterização climática 1989–2020 (excetuando 1991-1992)

O clima em Formoso-MG é do tipo Aw, ou seja, clima tropical chuvoso com estação seca no inverno, apresentando temperaturas médias do mês mais frio maior que 18 °C e precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm (Dubreuil et al., 2018; Martins et al., 2018).

As precipitações e o período úmido na região concentram-se entre os meses de outubro e abril, e entre novembro e março ocorre precipitação acima de 100 mm mensais. Isso, de acordo com o diagrama climático de Walter e Lieth (1960), representa um período superúmido (**Figura 17**). A precipitação máxima acumulada em 24 horas foi de 121,4 mm, em 19 de outubro de 2001.

Ao longo do período observado (1989-1990, 1992-2020), o segundo decêndio de dezembro foi o que apresentou maior chuva média diária (8,56 mm/dia). Por outro lado, observa-se um período de forte estiagem que se estende entre maio e setembro, sendo mais pronunciado no final do período de seca. No primeiro decêndio de julho não foram observados registros de precipitação pluviométrica ao longo de toda a série histórica de dados da estação (1977-2020). Para localidade próxima, de acordo com Albuquerque et al. (2020), entre o último mês de chuvas (abril) e o primeiro após o início das chuvas (outubro), verifica-se déficit hídrico considerável nos solos, sendo que o ápice do período de déficit hídrico ocorre no segundo decêndio de setembro, e o pico do período de excesso, entre o terceiro decêndio de novembro e o segundo decêndio de dezembro.

Entre 1989 e 2020 (excetuando 1991 e 1992), as temperaturas médias mensais compensadas variaram menos do que 5 °C ao longo do ano (entre 21,22 °C em julho e 24,56 °C em setembro). As temperaturas mínimas médias mais baixas foram registradas nos meses de junho e julho (12,66 °C e 11,86 °C, respectivamente), durante a época seca. Já as temperaturas médias mensais mais elevadas ocorreram em setembro e outubro (36,75 °C e 37,33 °C, respectivamente), no final da época seca e início do período de chuvas. A menor temperatura registrada em Formoso foi de 2,2 °C, em 04/abr./1995 e 22/mai./2000; e a mais alta chegou a 40 °C, em 22 de outubro de 2015.

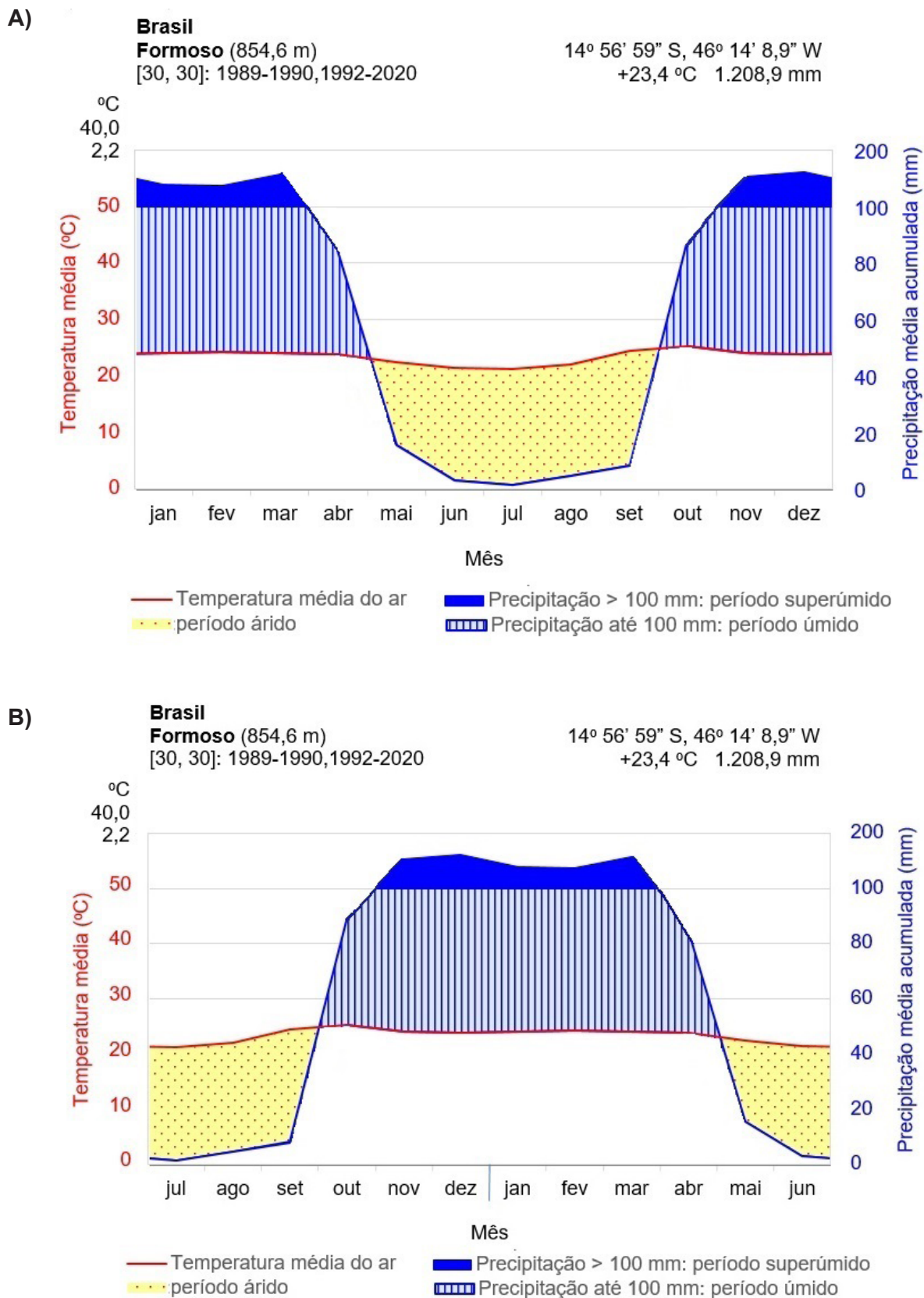


Figura 17. Diagramas climáticos de Walter-Lieth referentes ao período 1989-2020 (excetuando 1991-1992) da Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG, Brasil: (A) período de janeiro a dezembro e (B) período de julho a dezembro, concentrando o período de chuvas e com temperaturas mais altas na parte central do diagrama. Elaboração: Elena Charlotte Landau. Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Tabela 2. Temperatura média compensada e precipitação acumulada mensais entre janeiro/1985 e fevereiro/2021 na Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG.

Ano	Temperatura média compensada (°C)												Precipitação acumulada (mm)											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1985	22,15	24,06	23,52	22,91	22,68	19,52	19,83	22,47	23,25	23,29	22,59	22,26	225,80	114,40	195,90	157,80	18,80	0,00	0,00	1,00	119,50	72,80	145,90	382,50
1986	23,02	23,44	24,14	24,07	22,70	19,90	20,64	22,57	22,82	24,03	23,57	23,26	162,20	131,20	75,90	85,90	17,40	0,00	10,80	10,00	1,70	84,30	144,40	247,90
1987	24,44	24,16	22,96	23,38	23,17	21,73	21,58	23,34	24,64	25,74	23,70	22,93	102,70	92,40	196,80	228,80	56,10	0,00	0,00	0,00	27,70	91,20	304,40	384,20
1988	24,66	24,18	23,30	24,08	23,25	20,60	19,35	22,60	24,18	23,84	23,11	22,91	149,40	209,30	398,80	54,30	1,60	0,00	0,00	0,00	48,70	206,20	216,60	281,50
1989	23,83	24,50	23,70	24,22	21,89	21,40	20,26	22,66	25,10	24,16	23,39	21,70	137,70	192,00	202,70	54,00	0,00	10,50	2,80	0,10	21,10	109,60	180,00	564,10
1990	24,19	21,60	24,27	24,28	21,30	21,11	21,17	18,70	23,68	25,12	24,53	23,98	96,20	113,10	154,80	22,20	27,90	0,00	28,40	25,80	34,80	42,30	212,50	169,70
1991																								
1992																								
1993	23,82	22,83	25,84	24,07	21,96	21,05	21,84	18,70	23,68	25,12	24,97	23,70	208,90	286,50	19,10	130,80	18,90	12,00	0,00	25,80	34,80	42,30	69,20	164,00
1994	23,27	24,39	23,38	23,47	23,29	21,22	20,97	22,36	24,76	26,42	24,45	23,89	364,80	99,70	384,10	143,10	12,90	23,10	0,00	0,00	0,00	30,00	231,30	172,30
1995	24,40	23,60	24,25	23,36	22,73	20,77	21,23	22,67	24,79	25,53	23,18	23,41	101,00	201,40	260,50	90,90	49,80	0,00	0,00	0,00	0,00	74,20	158,30	150,10
1996	24,82	25,38	24,24	23,42	22,86	21,24	21,09	22,42	25,16	24,82	22,78	23,94	35,10	101,50	118,70	66,80	9,80	0,00	0,00	10,80	0,10	112,50	231,90	133,40
1997	23,03	24,14	22,19	22,62	21,13	20,73	21,76	21,87	26,12	25,88	25,19	24,18	168,00	96,60	421,80	95,10	16,40	23,80	0,00	0,00	17,10	49,00	124,80	393,70
1998	24,82	24,96	25,15	26,14	23,88	21,98	22,27	21,80	24,77	24,53	23,55	24,17	213,40	278,80	85,10	16,85	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30	138,00	333,80	261,80
1999	24,44	25,21	23,83	24,20	22,51	22,21	19,35	21,80	24,77	24,53	22,91	23,34	172,40	54,30	219,30	15,60	5,00	1,10	0,00	0,00	6,30	138,00	317,60	285,00
2000	23,93	23,96	23,69	23,55	22,50	21,31	21,16	22,66	24,79	25,59	23,05	23,43	232,40	218,70	240,20	55,40	0,00	0,00	1,60	0,60	0,00	89,30	216,00	214,20
2001	24,31	24,68	23,31	23,97	23,23	21,61	21,09	21,58	24,71	23,74	23,31	23,29	87,20	75,70	204,10	17,20	11,10	0,00	0,00	35,00	4,50	249,30	294,10	136,70
2002	23,80	23,87	24,25	24,28	22,86	21,46	22,24	23,05	24,42	26,92	24,98	24,63	191,60	143,90	112,80	22,00	14,00	0,00	1,30	0,00	15,70	4,80	271,20	302,30
2003	23,95	24,41	23,73	24,16	22,24	21,66	20,73	22,59	24,52	25,21	24,14	25,06	191,80	181,40	311,10	54,60	22,10	0,10	0,00	10,50	0,00	3,40	212,30	171,30
2004	23,25	22,83	23,23	23,13	23,13	20,57	19,85	21,90	22,82	25,55	25,14	24,24	391,00	384,70	298,60	90,60	3,70	0,00	6,00	2,20	1,70	110,90	68,90	173,00
2005	24,06	24,18	23,85	24,31	21,98	21,01	20,73	22,51	24,52	26,65	23,30	22,92	213,20	181,40	194,30	87,70	29,60	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	366,50	512,90
2006	24,65	24,39	23,37	23,21	21,84	20,13	20,64	23,15	22,82	23,41	23,43	24,09	63,40	170,60	438,90	204,90	15,10	0,40	0,00	0,90	1,70	320,80	184,50	226,40
2007	24,73	23,40	24,26	24,27	23,02	21,39	21,74	21,49	24,77	26,39	25,64	24,09	221,40	213,40	39,60	36,40	6,30	0,00	0,00	0,00	6,30	14,10	111,50	151,30
2008	24,07	23,83	23,45	23,91	22,57	21,26	20,35	22,79	25,10	26,47	23,96	23,48	254,00	209,80	215,10	222,20	4,30	0,00	0,00	0,00	21,10	0,40	333,20	134,30
2009	24,31	24,55	25,20	23,20	21,85	21,48	22,14	22,96	22,82	24,85	24,76	23,57	147,80	153,80	144,80	93,00	83,80	16,40	0,00	9,00	1,70	240,10	137,80	212,30
2010	24,69	25,36	24,40	23,75	23,97	21,41	21,14	21,42	24,77	25,65	23,02	24,22	110,20	45,80	174,00	58,60	12,60	0,00	0,00	0,00	6,30	59,40	257,70	291,60
2011	23,99	24,36	23,65	23,45	22,19	21,67	21,33	23,48	24,79	23,75	22,60	23,23	119,00	217,60	203,90	45,30	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,90	150,30	276,60
2012	23,04	24,22	24,33	24,88	22,30	22,73	21,90	21,66	25,16	26,28	23,57	25,94	252,00	45,60	212,70	45,10	14,10	0,90	0,00	0,00	0,10	32,60	339,70	62,70
2013	23,45	25,36	25,17	23,25	23,09	22,62	22,36	22,92	24,71	24,86	24,30	23,51	229,40	140,80	227,80	93,90	0,00	0,60	0,00	0,00	4,50	80,10	107,40	263,40
2014	24,41	24,38	23,63	24,13	22,94	21,59	21,21	22,74	24,71	25,45	24,49	23,52	110,50	167,00	303,90	109,10	17,60	0,20	0,80	0,00	4,50	208,00	173,20	277,00
2015	26,01	24,04	23,94	23,88	22,17	21,41	21,83	22,66	26,12	27,31	26,43	26,24	69,30	132,10	153,80	199,50	47,80	0,00	0,00	0,00	17,10	42,80	106,60	53,00
2016	23,60	25,75	25,17					24,79					425,10	111,80	111,00	27,60	0,00	4,20	0,00	0,00	0,00	61,20	271,20	186,80
2017	24,95							23,68					151,60	217,10	203,20	14,20	14,00	0,00	0,00	0,00	34,80	27,40	229,10	291,90
2018	23,29							24,71					174,50	447,90	144,70	115,30	11,40	0,00	0,00	25,70	4,50	109,80	187,40	214,80
2019	26,01							24,52					69,30	156,40	283,30	152,80	12,60	0,00	0,00	0,10	0,00	19,20	134,70	119,10
2020	23,45							24,79					186,40	206,60	427,00	155,80	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	121,40	190,30	163,20
2021	26,02												138,90	227,90										

Legenda:

Anos analisados

Dados faltantes em mais de dez dias

Temperatura média compensada (°C)

≥ 26,00 - < 27,50

≥ 24,50 - < 26,00

≥ 23,00 - < 24,50

≥ 21,50 - < 23,00

≥ 20,00 - < 21,50

≥ 18,50 - < 20,00

Precipitação acumulada (mm)

≥ 500,0 - < 600,0

≥ 400,0 - < 500,0

≥ 300,0 - < 400,0

≥ 200,0 - < 300,0

≥ 100,0 - < 200,0

≥ 0,0 - < 100,0

Legenda:

Anos analisados

Dados faltantes em mais de dez dias

Temperatura média compensada (°C)

≥ 26,00 - < 27,50
 ≥ 24,50 - < 26,00
 ≥ 23,00 - < 24,50
 ≥ 21,50 - < 23,00
 ≥ 20,00 - < 21,50
 ≥ 18,50 - < 20,00

Precipitação acumulada (mm)

≥ 500,0 - < 600,0
 ≥ 400,0 - < 500,0
 ≥ 300,0 - < 400,0
 ≥ 200,0 - < 300,0
 ≥ 100,0 - < 200,0
 ≥ 0,0 - < 100,0

Tabela 3. Média e desvio padrão mensais e anuais de variáveis climáticas registradas entre 1989 e 2020 (excetuando 1991-1992) na Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG.

Mês	Precipitação acumulada (mm)	Insolação (horas)	Temperatura média compensada (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Amplitude térmica (°C)	Umidade relativa do ar (%)
jan	179,62 ± 92,72	189,76 ± 43,93	24,19 ± 0,79	16,84 ± 2,23	33,98 ± 4,08	11,20 ± 1,48	70,54 ± 7,18
fev	174,87 ± 89,38	173,01 ± 40,65	24,24 ± 0,89	17,39 ± 1,43	34,76 ± 1,26	11,50 ± 1,14	71,15 ± 6,36
mar	217,03 ± 105,58	187,07 ± 34,54	24,06 ± 0,77	17,55 ± 0,82	34,32 ± 1,23	11,20 ± 1,24	73,08 ± 5,68
abr	84,55 ± 58,54	216,60 ± 35,38	23,88 ± 0,68	15,45 ± 3,64	33,45 ± 0,96	11,92 ± 1,12	68,43 ± 5,82
mai	15,71 ± 17,58	236,52 ± 27,74	22,54 ± 0,70	13,32 ± 3,26	32,78 ± 1,14	12,89 ± 1,11	62,93 ± 4,45
jun	3,11 ± 6,72	235,73 ± 34,22	21,40 ± 0,57	12,66 ± 0,98	31,91 ± 1,09	13,83 ± 0,79	57,91 ± 3,82
jul	1,36 ± 5,16	254,09 ± 34,20	21,22 ± 0,75	11,86 ± 1,76	32,79 ± 1,37	14,64 ± 0,63	52,19 ± 3,93
ago	4,88 ± 9,69	256,90 ± 37,96	22,10 ± 1,14	12,81 ± 1,44	34,93 ± 0,74	15,22 ± 0,85	48,74 ± 10,60
set	8,17 ± 10,96	211,27 ± 34,57	24,56 ± 0,78	14,32 ± 1,26	36,75 ± 1,03	14,76 ± 0,60	48,24 ± 5,20
out	88,52 ± 78,67	209,34 ± 44,98	25,37 ± 1,01	16,62 ± 1,18	37,33 ± 1,42	13,22 ± 1,57	53,91 ± 9,81
nov	206,77 ± 81,67	149,10 ± 36,32	24,04 ± 0,98	17,15 ± 1,41	35,30 ± 1,72	10,73 ± 1,22	70,78 ± 6,18
dez	224,30 ± 112,01	159,22 ± 45,34	23,93 ± 0,88	16,25 ± 3,23	34,75 ± 1,39	10,50 ± 1,19	72,50 ± 5,75
ANO	1.208,89 ± 229,10	2.478,60 ± 177,23	23,67 ± 0,54	15,09 ± 0,71	34,65 ± 0,60	12,61 ± 0,40	62,28 ± 2,41

Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a).

Tabela 4. Média e desvio padrão decendiais de variáveis climáticas registradas em 1989-2020 (excetuando 1991-1992) na Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG.

Mês	Decêndio	Precipitação acumulada (mm)	Insolação (horas)	Temperatura média compensada (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Amplitude térmica (°C)	Umidade relativa do ar (%)
jan	J1	54,01 ± 43,98	57,49 ± 21,28	24,06 ± 1,14	17,39 ± 2,45	33,60 ± 1,65	11,02 ± 1,96	71,29 ± 9,94
	J2	55,41 ± 48,46	63,63 ± 21,91	24,20 ± 1,29	17,92 ± 1,22	33,12 ± 1,56	11,32 ± 2,21	69,47 ± 11,49
	J3	70,20 ± 49,27	68,64 ± 19,49	24,26 ± 0,84	18,11 ± 0,80	33,64 ± 1,44	11,49 ± 1,90	70,84 ± 7,88
fev	F1	67,34 ± 58,15	64,35 ± 22,06	24,35 ± 1,11	18,01 ± 0,79	33,89 ± 1,75	11,54 ± 1,82	71,01 ± 9,17
	F2	66,96 ± 53,03	60,81 ± 22,12	24,25 ± 1,19	17,83 ± 1,62	33,62 ± 1,45	11,43 ± 1,78	70,48 ± 8,25
	F3	40,57 ± 26,05	47,85 ± 14,21	24,33 ± 0,95	18,59 ± 0,72	33,39 ± 1,47	11,53 ± 1,26	71,47 ± 6,90
mar	M1	67,99 ± 57,20	60,43 ± 20,35	24,11 ± 1,14	18,16 ± 0,85	33,34 ± 1,62	11,37 ± 1,92	72,16 ± 9,62
	M2	79,28 ± 59,78	55,89 ± 13,52	23,95 ± 0,87	18,09 ± 0,95	33,17 ± 1,89	10,96 ± 1,51	74,20 ± 6,15
	M3	69,77 ± 64,23	70,76 ± 19,95	24,01 ± 0,89	18,15 ± 0,76	32,93 ± 1,36	11,30 ± 1,56	72,91 ± 7,67
abr	A1	35,55 ± 32,19	68,10 ± 16,65	24,18 ± 0,76	17,53 ± 3,00	33,03 ± 1,13	11,73 ± 1,42	70,09 ± 7,62
	A2	30,65 ± 30,33	70,46 ± 19,07	23,89 ± 0,93	17,15 ± 2,84	32,64 ± 1,23	11,67 ± 1,52	69,13 ± 7,45
	A3	18,35 ± 26,88	78,03 ± 18,09	23,59 ± 0,84	16,54 ± 1,34	32,54 ± 1,31	12,36 ± 1,49	66,07 ± 6,82
mai	M1	7,66 ± 12,04	76,73 ± 15,29	23,12 ± 0,82	15,55 ± 1,37	32,30 ± 1,53	12,52 ± 1,49	63,90 ± 6,18
	M2	5,04 ± 8,60	74,80 ± 13,84	22,41 ± 1,00	14,56 ± 2,61	31,71 ± 1,34	12,75 ± 1,47	63,24 ± 5,51
	M3	3,02 ± 4,76	84,99 ± 13,13	22,23 ± 0,89	13,95 ± 2,68	31,83 ± 1,02	13,36 ± 1,14	61,77 ± 4,51
jun	J1	1,37 ± 3,96	78,83 ± 13,71	21,70 ± 0,85	14,19 ± 1,30	31,17 ± 1,52	13,21 ± 1,14	59,82 ± 4,44
	J2	0,63 ± 2,46	78,33 ± 13,57	21,33 ± 0,64	13,59 ± 1,02	31,02 ± 1,08	13,92 ± 1,03	57,76 ± 5,06
	J3	1,12 ± 4,46	78,57 ± 13,08	21,17 ± 0,73	12,97 ± 0,97	31,18 ± 1,08	14,36 ± 1,38	56,15 ± 5,49
jul	J1	0,00 ± 0,00	79,42 ± 14,49	20,99 ± 0,69	12,52 ± 1,00	31,05 ± 1,00	14,52 ± 1,12	53,96 ± 4,32
	J2	1,23 ± 5,17	80,31 ± 13,39	21,04 ± 1,16	12,45 ± 1,28	31,61 ± 1,40	14,51 ± 1,15	52,82 ± 5,62
	J3	0,13 ± 0,52	94,36 ± 13,77	21,58 ± 1,32	12,62 ± 1,31	31,87 ± 2,11	14,87 ± 1,31	50,01 ± 4,85
ago	A1	0,00 ± 0,02	88,69 ± 11,05	21,92 ± 0,87	12,89 ± 0,84	32,17 ± 1,46	15,37 ± 1,11	46,93 ± 3,49
	A2	1,55 ± 5,19	84,47 ± 16,78	21,81 ± 0,98	13,41 ± 1,29	32,86 ± 1,73	14,99 ± 0,84	46,31 ± 4,94
	A3	3,33 ± 8,78	83,74 ± 17,19	22,99 ± 1,44	13,89 ± 1,21	34,73 ± 0,84	15,29 ± 1,41	47,85 ± 11,63
set	S1	2,30 ± 5,51	80,64 ± 16,69	23,61 ± 1,26	14,58 ± 1,14	34,76 ± 2,24	15,53 ± 1,30	46,85 ± 7,56
	S2	1,97 ± 3,69	65,25 ± 16,02	24,91 ± 0,98	15,77 ± 1,61	35,73 ± 1,55	14,62 ± 0,71	47,88 ± 5,54
	S3	3,89 ± 6,92	65,38 ± 13,78	25,17 ± 1,03	16,32 ± 1,10	35,95 ± 0,97	14,14 ± 1,11	50,00 ± 6,83
out	O1	10,69 ± 16,57	72,45 ± 19,68	25,48 ± 0,92	17,35 ± 1,21	36,08 ± 1,22	13,83 ± 1,54	48,96 ± 9,53
	O2	24,99 ± 45,32	72,18 ± 24,12	25,59 ± 1,59	17,41 ± 1,28	36,04 ± 2,45	13,62 ± 2,58	50,97 ± 14,72
	O3	52,84 ± 49,33	64,71 ± 19,94	25,06 ± 1,63	17,93 ± 1,30	35,80 ± 2,14	12,29 ± 2,06	61,07 ± 12,84
nov	N1	67,11 ± 53,57	54,02 ± 25,00	24,43 ± 1,85	18,05 ± 0,93	34,18 ± 2,54	11,35 ± 2,23	66,55 ± 12,80
	N2	64,54 ± 48,86	52,24 ± 21,46	24,19 ± 1,26	18,48 ± 0,87	33,94 ± 2,09	10,87 ± 1,81	70,25 ± 9,11
	N3	75,12 ± 42,40	42,85 ± 14,73	23,50 ± 1,15	17,83 ± 1,53	32,86 ± 1,83	9,97 ± 1,67	75,53 ± 6,51
dez	D1	69,12 ± 50,19	48,17 ± 18,47	24,18 ± 1,03	17,99 ± 1,60	33,62 ± 1,89	10,63 ± 1,56	72,65 ± 6,60
	D2	85,62 ± 73,51	49,69 ± 25,23	24,02 ± 1,33	18,09 ± 1,16	32,71 ± 2,41	10,22 ± 2,05	72,47 ± 9,91
	D3	69,56 ± 43,47	61,36 ± 21,80	23,78 ± 1,13	17,13 ± 3,35	33,63 ± 1,71	10,59 ± 1,56	71,66 ± 8,87

Fonte dos dados: Instituto Nacional de Meteorologia (2021a)

Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA

Localização e funcionamento

A Estação Meteorológica Fazenda Santa Luzia/Inema é do tipo automática. Foi instalada em área rural da Fazenda Santa Luzia, localizada no oeste do município de Cocos-BA (14°51' 19,00" S, 45°56' 08,98" W⁶ ; altitude 925 m; código da estação: CA-CL-01), no sul da Mesorregião do Extremo Oeste da Bahia e da Microrregião de Santa Maria da Vitória (IBGE, 2021; Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2021) (**Figura 1**), na margem esquerda da Bacia do Rio São Francisco e extremo sul da região denominada Matopiba. Num raio de 1,5 km em torno da estação meteorológica o relevo é plano, com predominância de atividades agropecuárias e cobertura vegetal principalmente herbácea. Situa-se a aproximadamente a 2,4 km de um dos limites norte do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, a aproximadamente 10 km da divisa com o Estado de Minas Gerais (norte do Município de Formoso-MG) e 11 km da divisa com o Estado de Goiás (Município Sítio D'Abadia-GO).

Na estação são registrados dados diários e horários desde as 16 horas de 30/ago./2018, e ela está atualmente operante. Por apresentar série de dados de poucos anos permite a sistematização de dados, mas não a caracterização climática local, já que os registros podem ter sido obtidos em anos excepcionalmente extremos em relação a distintas variáveis climáticas.

Dados climáticos considerados

As análises foram baseadas na série histórica de dados climáticos disponibilizados em Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021), abrangendo dados diários e horários referentes ao período entre 01/set./2018 e 11/abr./2021. Os dados diários registrados na estação são os seguintes: data da medição, precipitação (chuva) acumulada entre as 9h01 do dia anterior e as 9h00 da data referente ao dado (mm); temperaturas do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta diárias (°C); umidades do ar média, mínima absoluta e máxima absoluta diárias (%); velocidade máxima diária do vento (m/s) ou rajadas; radiações incidente e refletida totais diárias (KJ/m²). Excetuado os dados de chuva, os demais se referem a dados climáticos registrados no próprio dia (entre 00h00 às 23h59 da data de referência do dado). Os dados horários disponibilizados são: data e hora da medição, precipitação (chuva) acumulada na última hora (mm), temperaturas do ar instantânea, mínima e máxima horárias (°C) e umidades do ar instantânea, mínima e máxima horárias (%).

Como não foram observadas lacunas de registros diários nem horários não foi necessário o preenchimento de dados faltantes. Foi realizada análise de consistência, considerando os mesmos critérios adotados no caso da Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, e durante a análise não foram identificados registros discrepantes.

Posteriormente, análogo aos cálculos efetuados considerando os dados diários da Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, com base nos dias com registros de precipitação pluvial acima de zero, foi contabilizado o número total de dias com ocorrência(s) de chuva(s), e também o número de dias seguidos com e sem chuva. Dividindo os volumes decendiais acumulados pelos dias exatos

⁶ Latitude e longitude em graus decimais: -14, 85527778 e -46, 93582778.

correspondentes ao respectivo decêndio foi calculada a precipitação média diária por decêndio. A partir da diferença entre as temperaturas máxima e mínima absolutas diárias foi calculada a amplitude térmica diária. Considerando a diferença entre as radiações incidente e refletida diárias foi calculada a radiação absorvida no dia. Com base nos dados das radiações solares incidentes, refletidas e absorvidas diárias foram calculados os valores mensais e anuais acumulados destas; e dividindo esses valores pelo número de dias de cada decêndio, as radiações médias diárias por decêndio.

Com base nos dados climáticos diários foram geradas estatísticas anuais, mensais e decendiais, e diagramas climáticos baseados no modelo proposto por Walter e Lieth em 1960 (Clasificación ..., 2020; Zepner et al., 2021). Para as estatísticas anuais, mensais e decendiais só foram considerados os anos, meses e decêndios com dados abrangendo todo o período, ou seja, para cálculos anuais foram considerados apenas os registros referentes aos anos 2019 e 2020; para os mensais e decendiais, os meses e decêndios entre 01/set./2018 e 11/abr./2021 com dados abrangendo todo o período. Em relação aos dados horários, foram realizadas análises visando observar a variação ao longo do dia da ocorrência de chuva(s), além de temperaturas e umidades relativas do ar extremas nos diferentes meses do ano.

Observações climáticas no oeste do Município de Cocos-BA (2018–2021)

Precipitação pluviométrica

Para os anos de 2019 e 2020 foi calculada uma precipitação média anual \pm desvio padrão de $1.228,80 \pm 61,80$ mm, com precipitação anual acumulada de 1.167,00 mm em 2019 e de 1.1290,60 em 2020 (**Tabelas 5A e 6**). Em 2019 foi registrada precipitação pluvial em aproximadamente 1/4 dos dias do ano (85 dias, 23,29%); e, em 2020, em cerca de 1/3 dos dias do ano (112 dias, 30,60%), valor mais próximo da média registrada na Estação Meteorológica de Formoso nos 30 anos analisados.

Em termos de volume médio diário precipitado, assim como em Formoso, em 2019-2020 verificou-se que próximo da metade dos dias em que ocorreu chuva (47,72%), o volume precipitado foi menor do que 5 mm; em 16,75% dos dias choveu entre 5 mm e 10 mm; em 13,71%, entre 10 mm e 20 mm; em 17,77%, de 20 mm a 50 mm; e em 4,06%, entre 50 e 100 mm (**Figura 18**). Na Fazenda Santa Luzia não foram registradas chuvas diárias acima de 100 mm durante o período analisado, mas, mesmo em Formoso, foram registradas nove ocorrências em 30 anos, pelo que não se exclui a possibilidade de ocorrência esporádica de volumes de chuva diários dessa magnitude na Fazenda Santa Luzia.

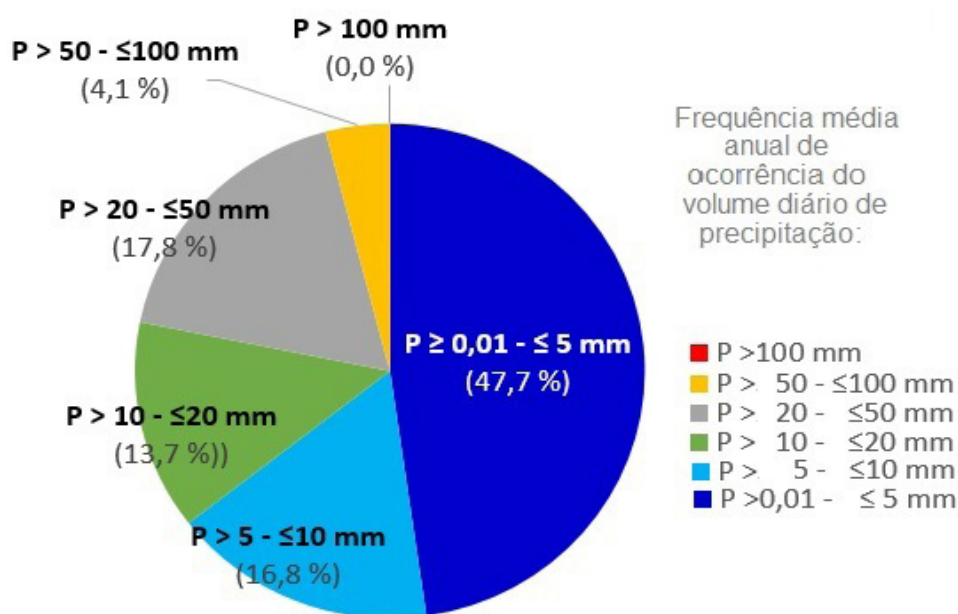


Figura 18. Percentual médio anual de ocorrência de volumes diários de chuva na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia, Cocos-BA entre janeiro/2019 e dezembro/2020. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Quanto à distribuição das precipitações pluviométricas durante o ano, assim como em Formoso, verificou-se a ocorrência de chuva irregularmente distribuída e concentração do período de chuvas entre os meses de novembro e abril, com quase 90% (89,49%) da precipitação pluvial anual registrada nesse período, representando meses com precipitações médias acumuladas superiores a 100 mm (**Figura 19A, Tabelas 5 e 6**) e excesso hídrico. Em trabalho realizado na região, Albuquerque et al. (2020) observaram que, em média, mesmo no solo com menor capacidade de armazenamento de água (CAD), o período de excesso hídrico dura cinco meses, ocorrendo geralmente entre o primeiro decêndio de novembro (N1) e o terceiro decêndio de março (M3).

Entre setembro/2018 e março/2021, os meses mais chuvosos na Fazenda Santa Luzia foram fevereiro e março, nos quais se concentraram mais de 40% (42,60%) da precipitação anual, apresentando precipitação média mensal acumulada superior a 250 mm (fevereiro 278,80 mm e março 263,67 mm) (**Figura 19A**). Durante o mesmo período, os decêndios com precipitação média acumulada maior que 90 mm e precipitação média diária acima de 9 mm foram o segundo e terceiro de fevereiro (F2 e F3) (**Figura 19B e C, Tabela 7**). Em F2 foi registrada precipitação média acumulada de 90,9 mm, representando média diária de 9,10 mm. Já em F3 a precipitação média decendial acumulada foi de 102,8 mm, correspondendo a uma média diária decendial de 12,50 mm. As maiores médias diárias decendiais de precipitação concentraram-se entre o primeiro decêndio de fevereiro (F1) e o último de março (M3), período com precipitações médias entre 8,5 mm/dia e 12,5 mm/dia. Durante o período chuvoso, nos segundo decêndio de dezembro (D2) e nos dois últimos de janeiro (J2 e J3), foi observada queda no volume precipitado para menos da metade da média registrada em decêndios anteriores e posteriores dentro do período de chuvas, indicando ocorrência de veranico nesses decêndios durante o período com registros (**Figuras 19B e 19C**). Albuquerque et al. (2020) também citaram a ocorrência de veranicos durante o período chuvoso na região. Para o ano de 1998, considerado o mais úmido dentro da série analisada por esses autores, eles observaram a ocorrência de veranicos no final de janeiro e início de fevereiro, acarretando um pequeno déficit hídrico no decêndio seguinte.

Enquanto em Formoso foi observada diminuição da precipitação média no terceiro decêndio de fevereiro (F3), durante o período de observação na Fazenda Santa Luzia esse foi o decêndio com maior precipitação média diária, e a ocorrência de veranico foi observada no final de janeiro, ou seja, dois a três decêndios antes. Essa defasagem pode indicar diferenças climáticas entre ambos os locais ou apenas diferenças entre o padrão normal e o observado no curto período com registro de dados na Fazenda Santa Luzia.

Em termos de frequência média de dias com ocorrência de precipitação(ões), o padrão observado foi semelhante ao do volume total acumulado por mês e por decêndio (**Figuras 19 e 20**). O mês de fevereiro apresentou, em média, mais de 2/3 dos dias com ocorrência(s) de chuva(s) (19,7 dias, 69,5%). Aproximadamente metade dos dias de novembro e março foi chuvosa (respectivamente, 15,0 dias = 50,00% e 15,3 dias = 49,35%) (**Figura 20A**). Em nível decendial, em média, todos os decêndios de fevereiro e março apresentaram mais do que a metade dos dias com ocorrência(s) de chuva(s) (**Figura 20B**).

Embora ocorra grande concentração de chuvas entre outubro e abril, em média, o número sequencial de dias com ocorrência de chuva(s) não costuma ultrapassar dez dias nesses meses (**Figura 21**). Entre setembro/2018 e março/2021, os maiores períodos registrados em anos diferentes em termos de dias seguidos com ocorrência de chuva(s) foram de 22 dias (em 28/fev./2021), 15 dias (em 13/nov./2018) e nove dias (em 03/jan./2019).

Quanto ao volume diário das precipitações durante o período chuvoso, em quase todos os decêndios predominaram dias com precipitação(ões) de até 5 mm (**Figura 22A**). No primeiro decêndio de fevereiro (F1), segundo de março (M2), segundo de outubro (O2) e segundo de dezembro (D2) predominaram dias com chuvas de 5 mm a 10 mm; no primeiro decêndio de janeiro (J1) e no terceiro de março (M3) foram mais frequentes dias com chuvas diárias de 10 mm a 20 mm; e, no segundo decêndio de janeiro (J2) e no primeiro de abril (A1), chuvas diárias entre 20 mm e 50 mm (**Figura 22B**). Os picos máximos diários de precipitação (acima de 60 mm) foram registrados em 24/mar./2020 (72,6 mm), 17/mar./2019 (66,4 mm), 17/nov./2018 (63,4 mm), 24/out/2019 (63,2 mm), 22/jan./2020 (63,0 mm), 22/mar./2019 (62,2 mm).

Principalmente entre os meses de junho e setembro observa-se um período de forte estiagem, com precipitações médias mensais acumuladas inferiores a 10 mm (**Figura 19**). Entre o terceiro decêndio de maio e o segundo de setembro a precipitação média decendial acumulada não atingiu nem 4 mm, e entre o terceiro decêndio de junho e o primeiro de setembro não houve nenhum registro de precipitação pluvial durante o período observado.

Entre o primeiro decêndio de maio e o segundo de setembro a ocorrência média de dias com chuva foi inferior a cinco (**Figura 20B**). Principalmente entre maio e outubro verifica-se um período natural de forte estiagem, sendo meses praticamente sem aporte hídrico pluvial, resultando num déficit hídrico pronunciado que pode estender-se até o final do mês de outubro ou início de novembro, quando provavelmente passa a haver excesso de água disponível no solo, após a concentração decendial de chuvas verificada no terceiro decêndio de outubro. Albuquerque et al. (2020) observaram um período nítido de déficit hídrico no solo entre os primeiros decêndios de abril (A1) e de novembro (N1) na região, constatando a ocorrência de extenso déficit durante sete meses, com ápice do déficit hídrico no segundo decêndio de setembro (S2), chegando a valores próximos de 70 mm de déficit.

Quanto à duração média do período sem chuvas, verificou-se ocorrência média de 98 dias sem precipitação durante o período de estiagem (**Figura 21**). Os períodos máximos registrados de

dias seguidos sem ocorrência de chuva(s) durante o período analisado foram de 145 dias (em 18/ out./2020) e 106 dias (em 27/set./2019). No ano mais seco analisado por Albuquerque et al. (2020), 2015, foi estimado déficit hídrico atingindo o patamar de 90 mm no segundo decêndio de outubro.

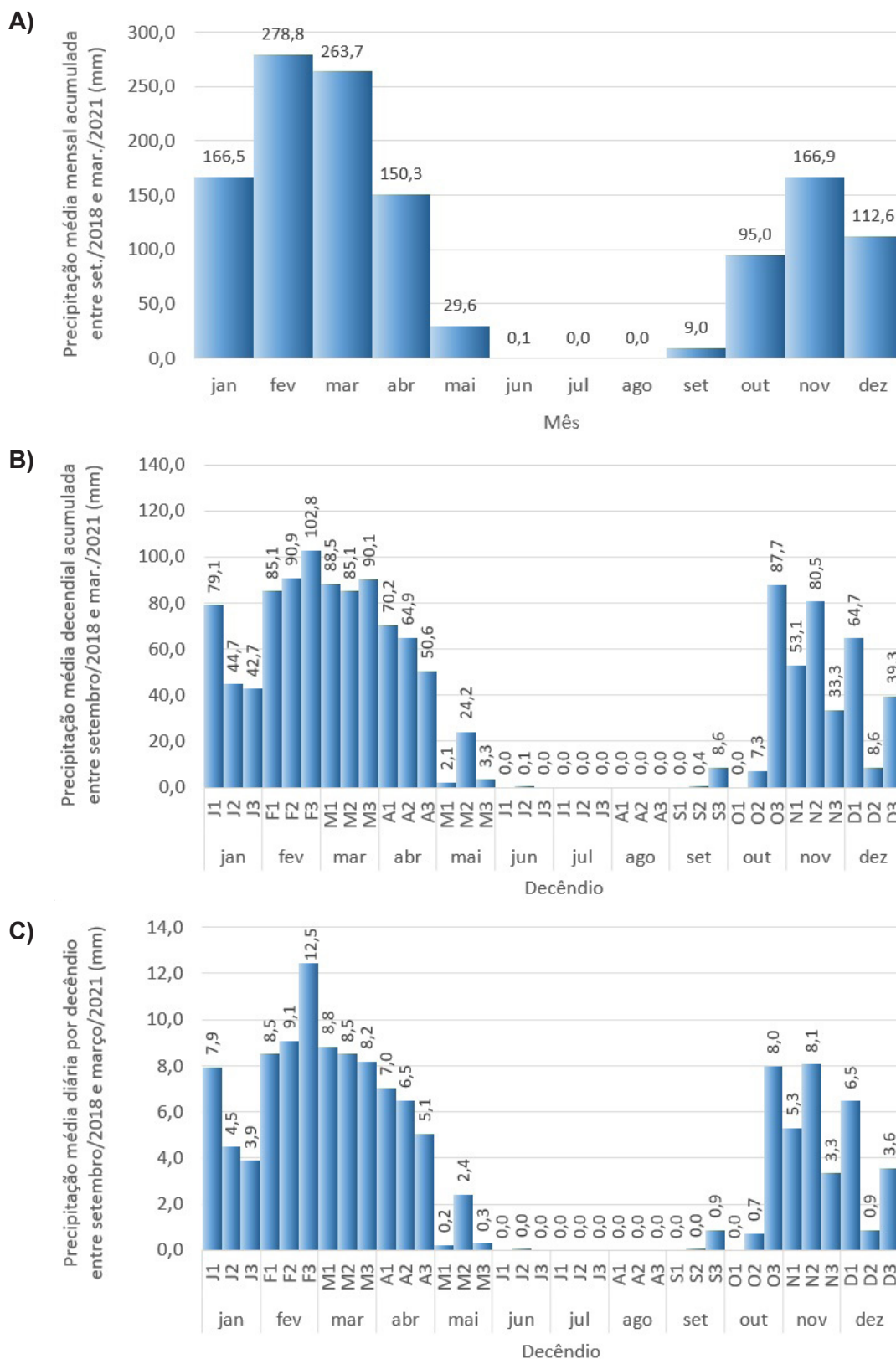


Figura 19. Precipitações médias acumuladas mensais, decendiais e diárias por decêndio registradas na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) precipitação média mensal acumulada, (B) precipitação média decendial acumulada e (C) precipitação média diária por decêndio. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

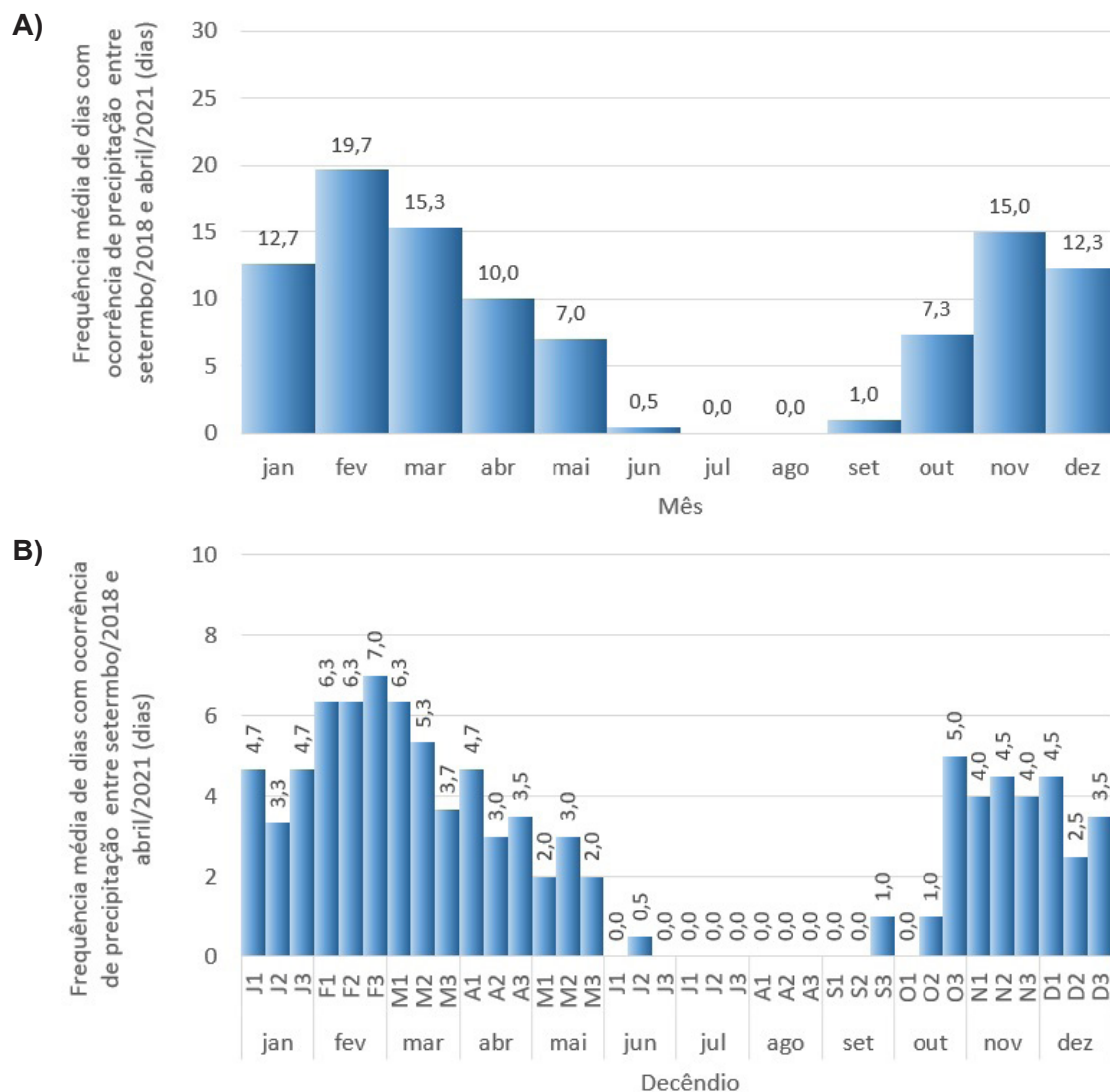


Figura 20. Frequências médias mensal e decendial de dias com ocorrência de precipitação na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) frequência média mensal e (B) frequência média decendial. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

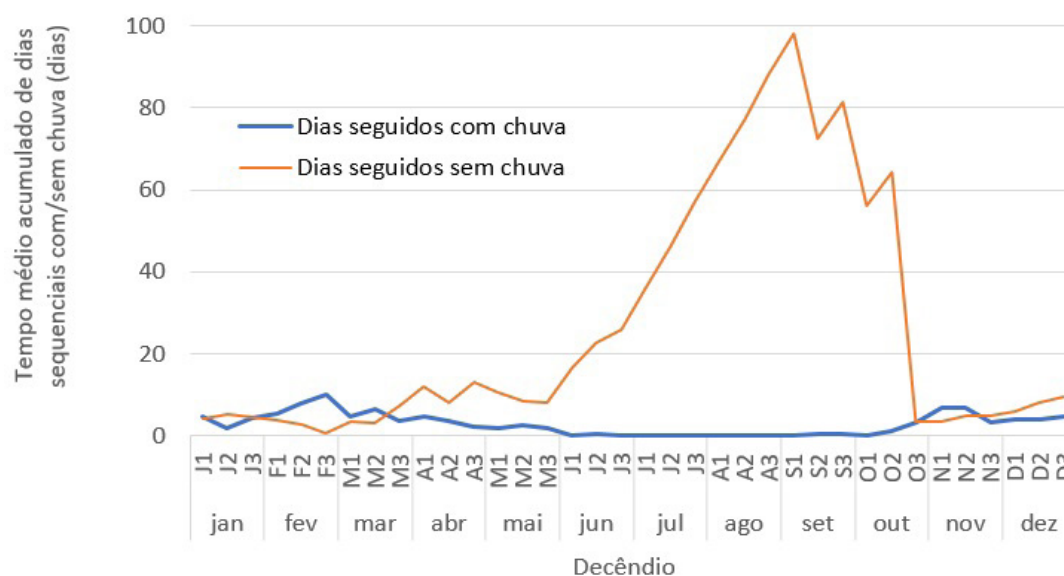


Figura 21. Tempo médio sequencial de dias com e sem chuva por decênio na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

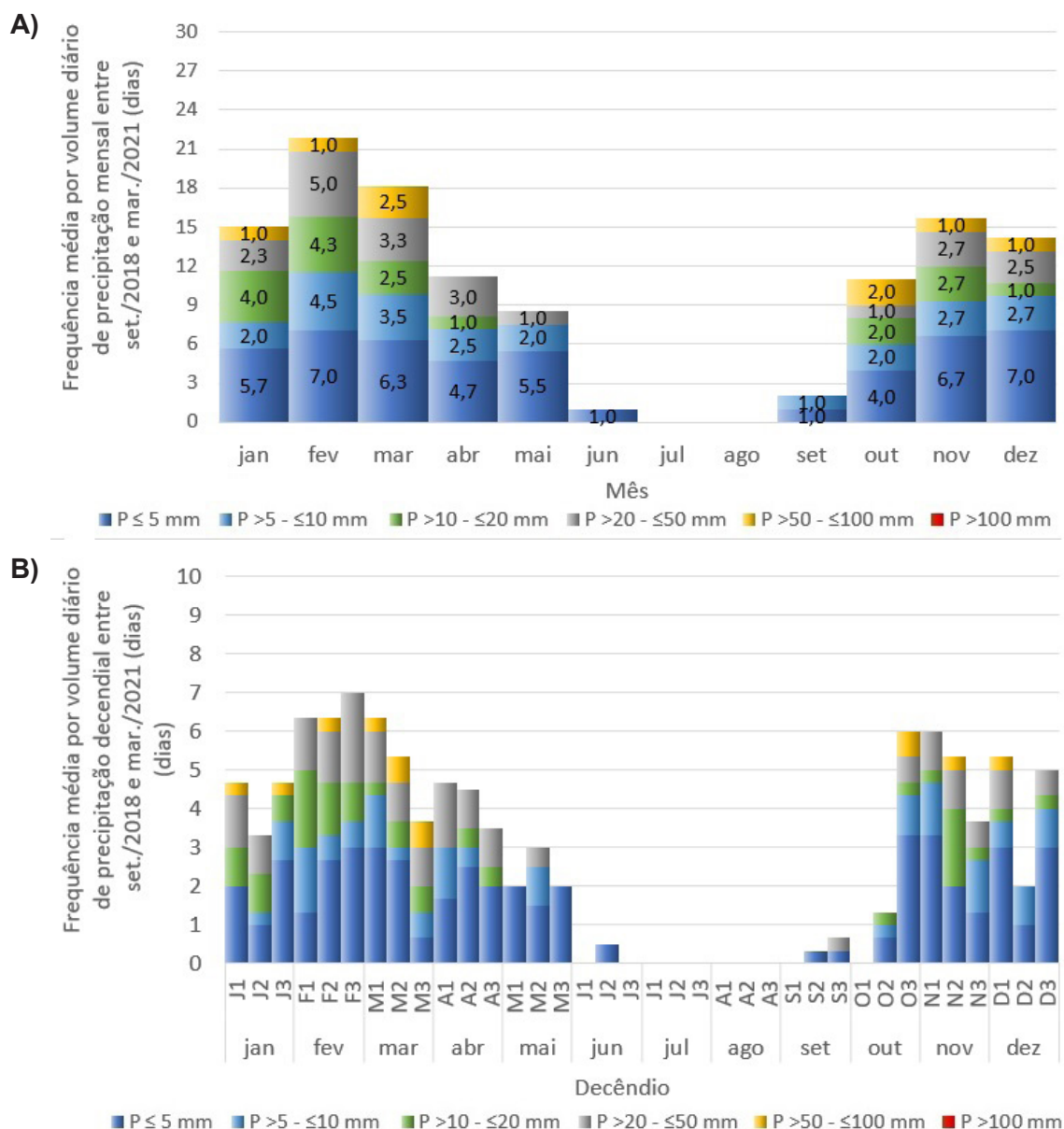


Figura 22. Frequências médias mensal e decendial de dias por classe de volume precipitado na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) frequência média mensal e (B) frequência média decendial. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Em termos de variação do volume médio precipitado ao longo do dia, de maneira geral observa-se predominância no final da tarde, com um segundo pico no início da manhã. No mês de janeiro, as chuvas ocorreram predominantemente entre 16h00 e 18h00, apresentando frequência considerável também entre 4h00 e 5h00; em fevereiro foi observado um pico maior de precipitações entre 15h00 e 16h00 e um segundo pico entre as 3h00h e 4h00; em março houve maior concentração de chuvas entre 16h00 e 17h00, e, em segundo lugar, entre 4h00 e 5h00; em abril predominaram chuvas entre 17h00 e 18h00, e, em segundo lugar, entre 4h00 e 5h00; em maio, as escassas precipitações predominaram no horário entre 1h00 e 2h00; entre junho e agosto praticamente não foram registradas precipitações; em setembro, as escassas precipitações tenderam a ocorrer entre 16h00 e 17h00; em outubro, as precipitações concentraram-se principalmente entre 16h00 e 19h00; em novembro concentraram-se principalmente entre 14h00 e 19h00; enquanto em dezembro ocorreu maior concentração entre 16h00 e 19h00 (**Figura 23**).

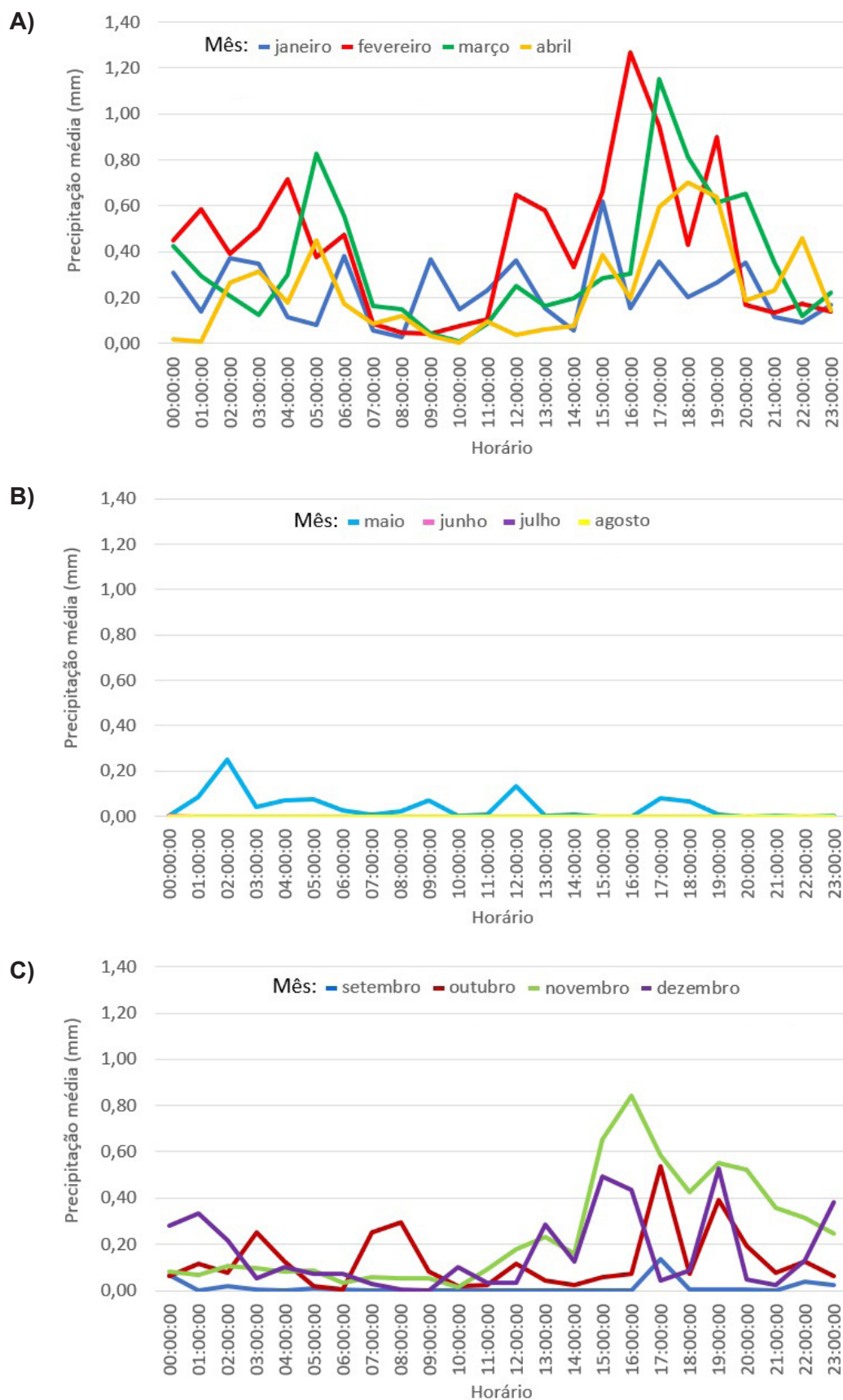


Figura 23. Precipitação média mensal registrada por hora na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) 1º quadrimestre do ano: janeiro-abril, (B) 2º quadrimestre: maio-agosto e (C) 3º quadrimestre: setembro-dezembro. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Quanto à ocorrência de volumes máximos horários de precipitação, foram registradas precipitações horárias acima de 40 mm: entre 16h00 e 17h00 do dia 15/março/2019 (45,60 mm), entre 16h00 e 17h00 do dia 25/outubro/2019 (45,20 mm), entre 4h00 e 5h00 do dia 22/março/2019 (44,40 mm), entre 16h00 e 17h00 do dia 22/fevereiro/2021 (42,00 mm) e entre 15h00 e 16h00 do dia 16/novembro/2018 (40,20 mm), e foi observada uma tendência à ocorrência dos maiores volumes horários de precipitação na época chuvosa entre 16h00 e 17h00 (**Figura 24**).

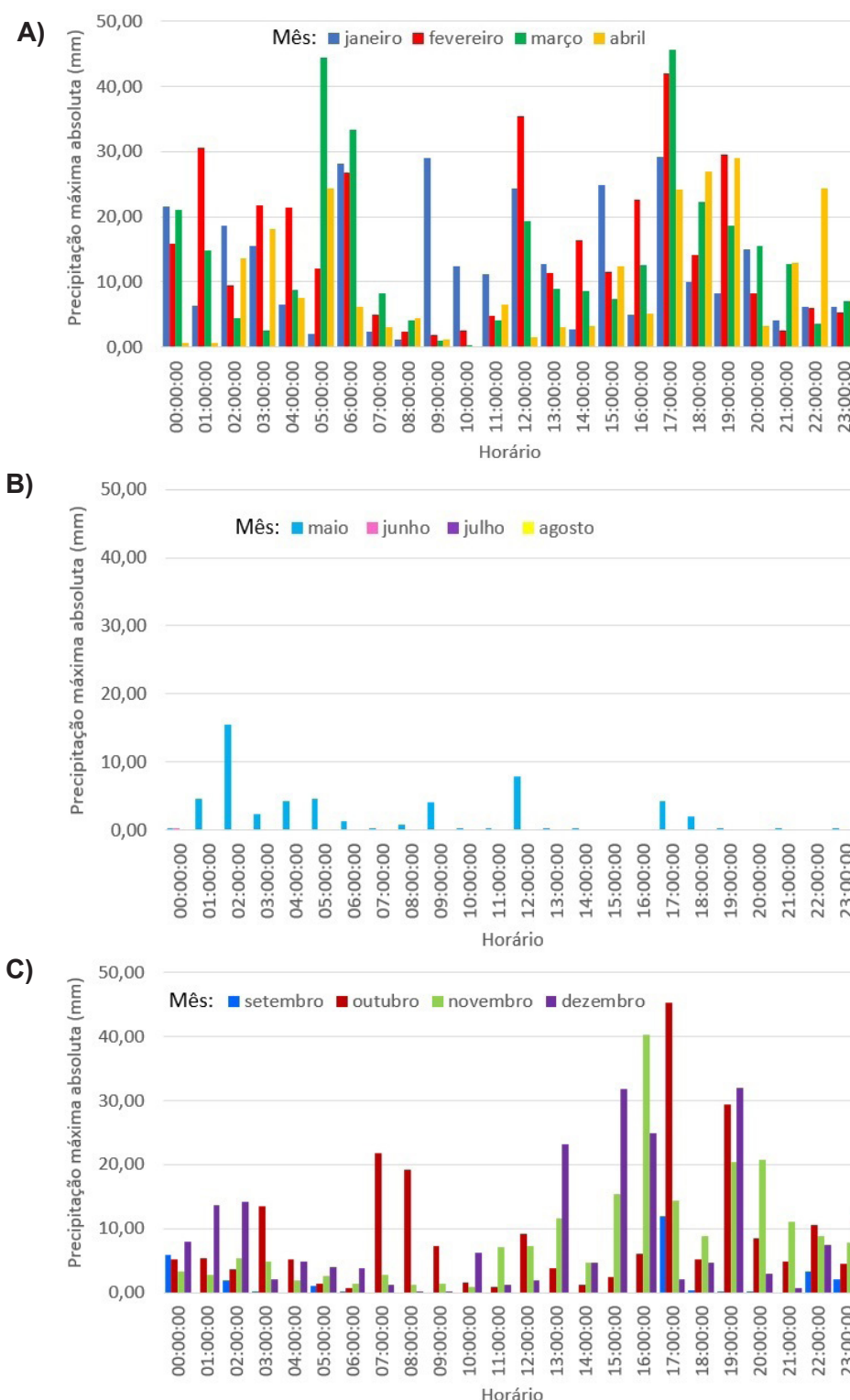


Figura 24. Picos de precipitação máxima mensal registrada por hora na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) 1º quadrimestre do ano: janeiro-abril, (B) 2º quadrimestre: maio-agosto e (C) 3º quadrimestre: setembro-dezembro. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Radiação solar

Para os anos de 2019 e 2020, a radiação solar incidente acumulada média \pm desvio padrão foi de $5.620.815,6 \pm 253.991,25 \text{ KJ/m}^2$ ($=\text{KJ m}^{-2}$), com registros anuais acumulados de $5.874.806,8 \text{ KJ/m}^2$ em 2019 e de $5.366.824,3 \text{ KJ/m}^2$ em 2020. Em relação à radiação refletida, a média anual acumulada foi de $1.515.373,4 \pm 46.399,7 \text{ KJ/m}^2$, com valores de $1.561.773,1 \text{ KJ/m}^2$ anuais acumulados em 2019 e de $1.468.973,7 \text{ KJ/m}^2$ acumulados em 2020. Por outro lado, os valores médios anuais acumulados de radiação absorvida foram de $4.105.442,2 \pm 1,587197233 \text{ KJ/m}^2$, tendo variado entre $4.313.033,7 \text{ KJ/m}^2$, em 2019, e $3.897.850,6 \text{ KJ/m}^2$, em 2020.

Os meses com maior radiação incidente média acumulada foram janeiro ($553.278,3 \text{ KJ/m}^2$), setembro ($539.593,33 \text{ KJ/m}^2$) e agosto ($518.031,45 \text{ KJ/m}^2$) (**Figura 25A**), sendo que os decêndios com maior radiação média diária foram os dois primeiros de setembro (S1: $20.128 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$, S2: $18.333 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) e os dois últimos de janeiro (J2: $18.716 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$, J3: $18.532 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) (**Figura 26A**). Os dois primeiros decêndios de setembro coincidem com o final da época seca, em que há menor nebulosidade local. Já nos últimos decêndios de janeiro foi observada a ocorrência de veranico e consequente diminuição dos dias de chuva, sendo um período do ano com ângulo de incidência solar próximo de 90° na latitude em que a estação meteorológica está localizada⁷. Os meses com menores radiações incidentes médias acumuladas foram abril ($349.709,63 \text{ KJ/m}^2$), junho ($383.573,40 \text{ KJ/m}^2$) e fevereiro ($414.727,40 \text{ KJ/m}^2$) (**Figura 25A**), e os decêndios com menor radiação média diária foram os dois últimos de junho (J2: $12.059 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$, J3: $12.467 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$), o terceiro de outubro (O3: $12.950 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) e o segundo de maio (M2: $13.042 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) (**Figura 26A**). Maio e junho estão entre os meses com menor ângulo de incidência solar. Já o terceiro decêndio de outubro representou o mês com maior precipitação média diária e maior frequência de dias com chuva, o que pode explicar o padrão observado.

Em nível mensal, a radiação refletida média variou entre 23,4% e 29,8% do total incidente (**Figura 25B**). Já em nível decendial foi observada variação média entre 22,5%, no primeiro decêndio de novembro, e 33,7%, no primeiro de outubro (**Figura 26B**). O percentual refletido, também chamado albedo ou coeficiente de reflexão da superfície, depende principalmente do ângulo de exposição solar, da cor da superfície e das condições atmosféricas. Quanto maior o albedo da superfície menor a radiação absorvida, sendo esta extremamente importante para a realização da fotossíntese pelas plantas, a qual proporciona a produção de energia para o crescimento e desenvolvimento destas (Fiorin; Dal Ross, 2015). Como exemplo, corpos d'água apresentam albedo em torno de 5%; florestas, entre 10% e 20%; culturas agrícolas entre 15% e 27%; superfícies cobertas com areia, valores entre 25% e 40%. Nuvens finas apresentam albedo entre 25% e 50%; enquanto nuvens espessas, entre 70% e 80% (Varejão-Silva, 2006).

Os meses com maior radiação refletida média acumulada foram setembro ($158.686,37 \text{ KJ/m}^2$), janeiro ($145.579,70 \text{ KJ/m}^2$) e agosto ($137.681,25 \text{ KJ/m}^2$) (**Figura 25C**), sendo que os decêndios com maior radiação refletida média diária foram os dois primeiros de setembro (S1: $5.611 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$, S2: $5.207 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$), o primeiro de outubro (O1: $5.486 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) e o segundo de dezembro (D2: $5.184 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) (**Figura 26C**). Já os meses com menor radiação refletida média acumulada foram abril ($93.774,33 \text{ KJ/m}^2$), junho ($96.242.250 \text{ KJ/m}^2$) e novembro ($104.230,17 \text{ KJ/m}^2$) (**Figura 25C**), e os decêndios com menor radiação refletida média diária foram os dois últimos de junho (J2: $2.836 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$, J3: $3.081 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$), o terceiro de outubro (O3: $3.138 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) e os primeiros de dezembro (D1: $3.283 \text{ KJ/m}^2/\text{dia}$) (**Figura 26C**).

⁷ Datas com declinação solar de 90° ao meio-dia para a latitude da estação meteorológica: 17-19/nov. e 23-25/jan., dependendo do ano.

Consequentemente, os percentuais mensais de radiação absorvida variaram entre 70,18%, em outubro, e 76,61%, em novembro (**Figura 25B**); ou, em nível decendial, entre 66,3%, no primeiro decêndio de outubro, e 77,5%, no primeiro decêndio de novembro (**Figura 26B**). Os meses com maior radiação absorvida média acumulada foram janeiro (407.698,60 KJ/m²), setembro (380.906,97 KJ/m²) e agosto (380.350,20,45 KJ/m²), e os decêndios com maior radiação absorvida média diária foram os dois últimos de janeiro (J2: 13.623 KJ/m²/dia, J3: 13.729 KJ/m²/dia), o último de agosto e o primeiro de setembro (respectivamente, A3: 13.286 KJ/m²/dia e S1: 14.516 KJ/m²/dia) (**Figura 26C, Tabelas 4 e 5**). Por outro lado, os meses com menor radiação absorvida média acumulada foram abril (255.935,30 KJ/m²), junho (287.331,15,40 KJ/m²) e fevereiro (306.273,67 KJ/m²) (**Figura 25C**), e os decêndios com menor radiação absorvida média diária, os dois últimos de junho (J2: 9.223 KJ/m²/dia, J3: 9.386 KJ/m²/dia), o segundo de maio (M2: 9.406 KJ/m²/dia) e o primeiro de março (M1: 9.634 KJ/m²/dia), (**Figura 26C**).

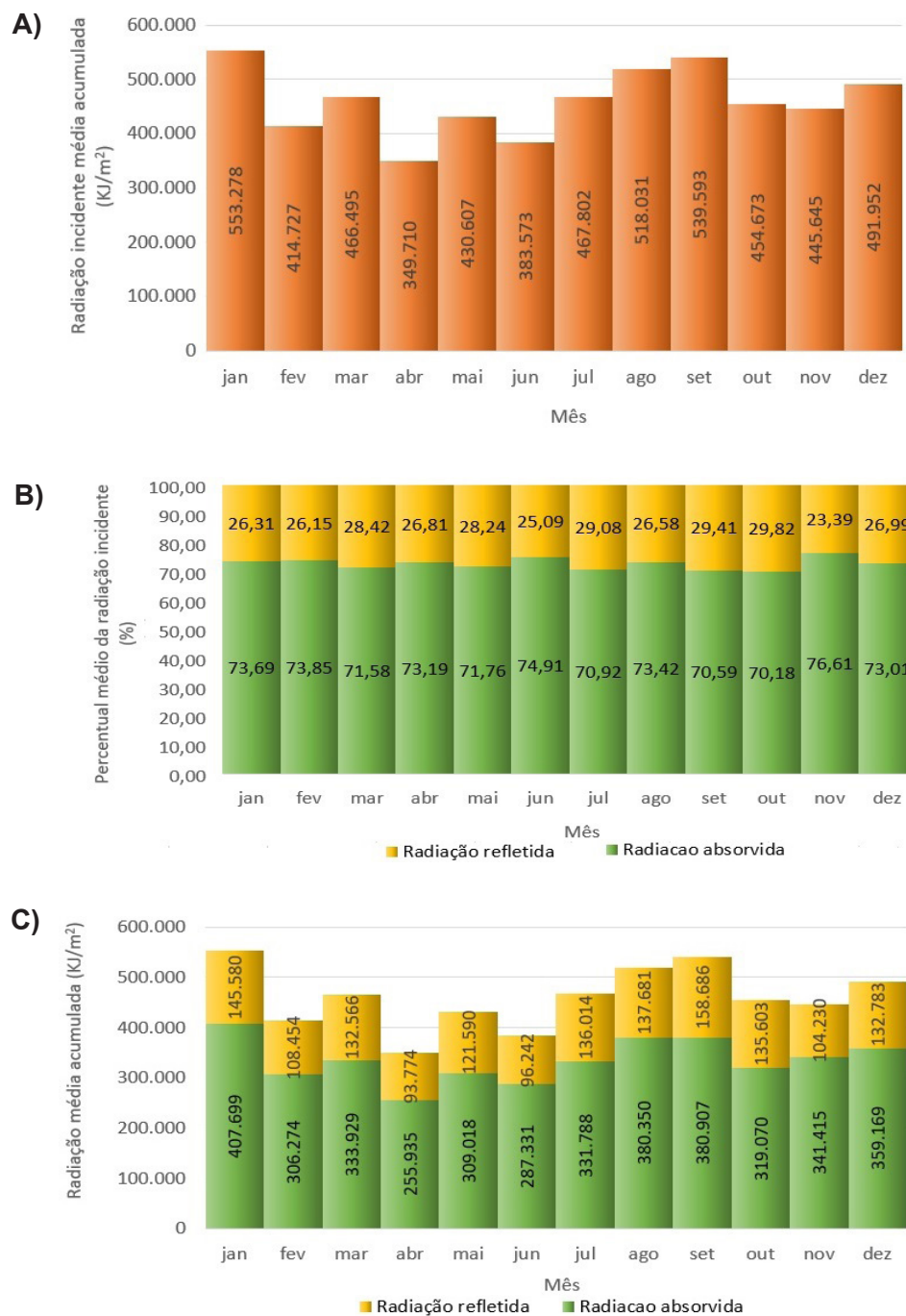


Figura 25. Radiações solares incidentes, refletidas e absorvidas acumuladas médias mensais registradas na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) radiação incidente acumulada, (B) percentuais das radiações incidentes refletida e absorvida e (C) radiações médias acumuladas refletidas e absorvidas. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

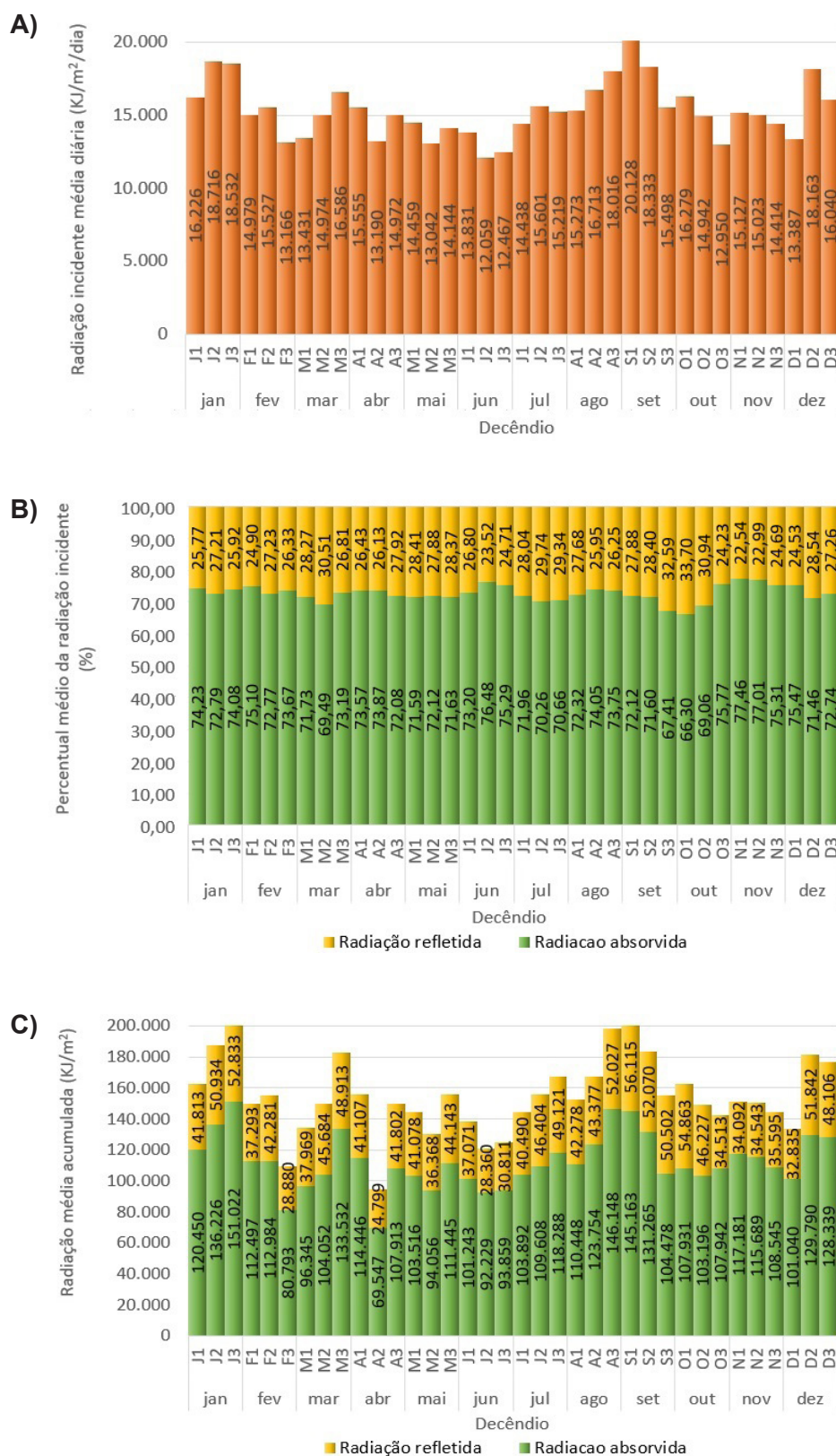


Figura 26. Radiações solares incidentes, refletidas e absorvidas médias diárias por decênio registradas na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) radiação incidente, (B) percentuais da radiação incidente refletidos e absorvidos e (C) radiações médias diárias refletidas e absorvidas. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Temperatura do ar e amplitude térmica

Em 2019-2020, as temperaturas médias anuais foram de $23,56 \pm 0,42$ °C (**Tabela 4**), com registros anuais de 23,99 °C em 2019 e de 23,14 °C em 2020, média bem próxima da registrada em Formoso, considerando série de 30 anos. Em relação às temperaturas mínimas, as médias anuais foram de $18,42 \pm 0,22$ °C, com valores médios anuais de 19,31 °C em 2019 e de 18,64 °C em 2020. Quanto às temperaturas máximas, as médias anuais foram de $30,50 \pm 0,51$ °C, com variação entre 30,95 °C em 2019 e 31,00 °C em 2020. As temperaturas mínimas médias foram acima de 3 °C maiores que as registradas para a série de 30 anos analisada de Formoso, e as máximas médias, mais de 3 °C menores, indicando amplitude média diária bem menor nos dois anos observados na Fazenda Santa Luzia que na série de 30 anos analisados de Formoso.

Em relação à variação da temperatura ao longo do ano, foram observados comportamentos de variação anual das temperaturas médias e das amplitudes médias diárias semelhantes entre ambas as estações analisadas, com temperaturas médias menores em épocas próximas ao solstício de inverno e metade da época seca, e temperaturas médias maiores no final da época seca e início do período de chuvas (**Tabelas 4 e 5**). Na Fazenda Santa Luzia, os meses com as temperaturas médias mais altas foram outubro (26,16 °C), novembro (25,53 °C), setembro (25,34 °C) e dezembro (25,34 °C também) (**Figura 27A**), e os quatro decêndios com temperaturas médias mais altas foram o terceiro de setembro (26,79 °C), os dois primeiros de outubro (O1: 28,41 °C, O2: 27,02 °C) e o primeiro de novembro (N1: 27,14 °C), coincidindo com o final do período seco e início do chuvoso (**Figura 27B**). Os meses com as menores temperaturas médias foram julho (20,85 °C), junho (21,10 °C), maio (21,37 °C) e agosto (21,67 °C) (**Figura 27A**), e, em nível decendial, os quatro com temperaturas médias mais baixas foram o terceiro de junho (J3: 20,64 °C), os dois últimos de julho (J2: 20,41 °C, J3: 20,46 °C) e o primeiro de agosto (A1: 19,23 °C), coincidindo com meses secos em período de inverno no Hemisfério Sul (**Figura 27B**).

No caso das temperaturas mínimas médias, os meses com valores mais baixos foram julho (14,95 °C), agosto (15,03 °C), junho (15,73 °C) e maio (16,67 °C); e aqueles com valores mais altos, outubro (20,61 °C), novembro (20,45 °C), janeiro (20,27 °C) e dezembro (20,18 °C). Os quatro decêndios com valores mais baixos em termos de temperaturas mínimas médias foram o terceiro de junho (J3: 14,78 °C), os dois últimos de julho (J2: 14,43 °C, J3: 14,53 °C) e o primeiro de agosto (A1: 13,57 °C), mesmos decêndios com as menores temperaturas médias, coincidindo com meses secos em período de inverno no Hemisfério Sul (**Figura 27B**).

Quanto às temperaturas médias máximas, os meses com os maiores valores foram outubro (33,46 °C), setembro (33,09 °C), dezembro (32,41 °C) e novembro (30,45 °C). Já aqueles com menores valores médios de temperaturas máximas foram julho (28,25 °C), junho (28,26 °C), fevereiro (28,33 °C) e maio (28,70 °C) (**Figura 27A**). Os quatro decêndios em que foram registradas as maiores temperaturas máximas médias foram o último de setembro (34,35 °C), os dois primeiros de outubro (O1: 35,96 °C, O2: 34,60 °C) e o primeiro de novembro (N1: 34,63 °C). Já os com menores temperaturas máximas médias ocorreram no terceiro decêndio de janeiro (J3: 27,43 °C), no primeiro de agosto (26,36 °C), no segundo de junho (27,27 °C) e no terceiro de julho (27,43 °C) (**Figura 27B**). De maneira geral, assim como verificado para Formoso, os meses mais quentes concentraram-se no final do período seco e início do chuvoso, e os dias mais frios, durante o inverno no Hemisfério Sul, período de seca local.

As temperaturas mínimas absolutas registradas entre setembro/2018 e março/2021 foram de registradas em 31/07/2020 (11,5 °C), 10/07/2019 (11,7 °C), 30/05/2020 (11,8 °C) e nos dias 19/07/2019 e 19/07/2020 (12,0 °C). Já as temperaturas máximas absolutas durante o período analisado foram

registradas em 08/10/2020 (38,7 °C), 09/10/2020 (38,1 °C), 20/10/2019 (37,7 °C), 19/09/2020 (37,4 °C) e 29/09/2020 (37,2 °C). Assim como em Formoso, picos de temperatura máxima têm ocorrido predominantemente no mês de outubro, principalmente após um período de vários dias sem precipitação, e ocorrências de temperaturas mínimas têm sido mais frequentes em datas próximas ao solstício de inverno no Hemisfério Sul.

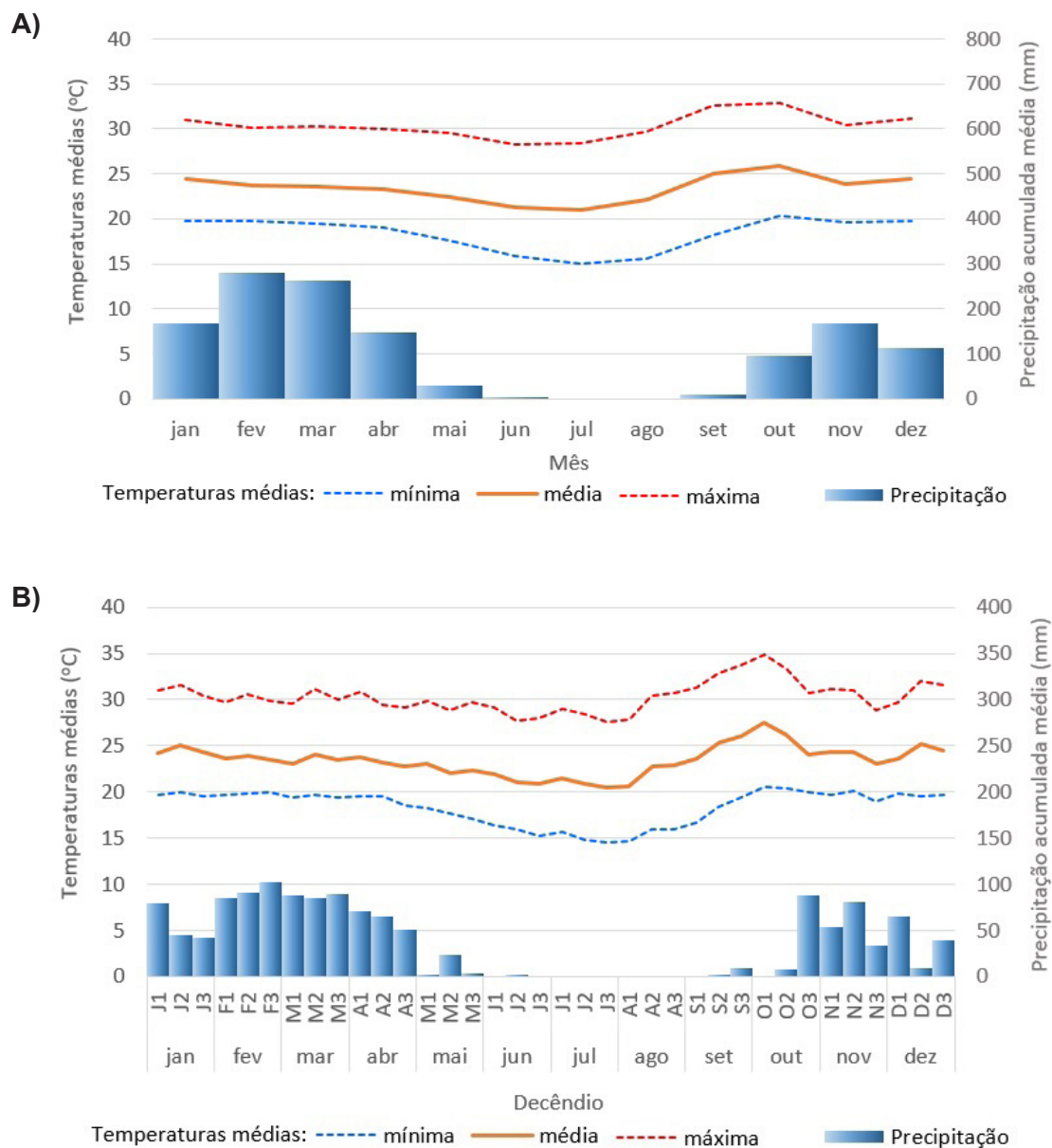


Figura 27. Valores mensais e decenciais de temperaturas mínima, média e máxima médias, e precipitações médias acumuladas registrados na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-Ba, entre setembro/2018 e março/2021: (A) temperaturas médias e precipitação acumulada média mensais e (B) temperaturas médias e precipitação acumulada média por decêndio. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

As amplitudes térmicas diárias apresentaram média anual de $12,08 \pm 0,29$ °C, tendo variado entre 11,79 °C em 2019 e 12,37 °C em 2020. Os valores médios e os mínimos anuais foram próximos aos observados considerando a série de 30 anos de Formoso. O valor máximo, porém, foi aproximadamente 1 °C menor que o máximo observado em Formoso em dois anos. Em termos de variação da amplitude térmica ao longo do ano, as quatro maiores amplitudes médias diárias ocorreram no último decêndio de agosto (A3: 15,41 °C), dois últimos de setembro (S2: 15,62 °C, S3: 14,78 °C) e no segundo de outubro (O2: 14,97 °C), aproximadamente dois decêndios depois do que o observado na série de 30 anos de Formoso, o que pode representar uma característica local ou dos dois anos considerados no caso da Fazenda Santa Luzia (**Figura 28**). Nesta, as menores amplitudes médias diárias foram registradas no primeiro decêndio de dezembro (8,05 °C), terceiro de janeiro (7,26 °C), terceiro de fevereiro (8,25 °C) e no primeiro de março (8,85 °C), também dois ou mais decêndios após o observado em Formoso e com magnitudes de 1 a 2 graus menores. O padrão de variação da temperatura e da amplitude entre decêndios apresentou maior oscilação na Fazenda Santa Luzia que em Formoso, provavelmente em função dos poucos anos de observação nesta.

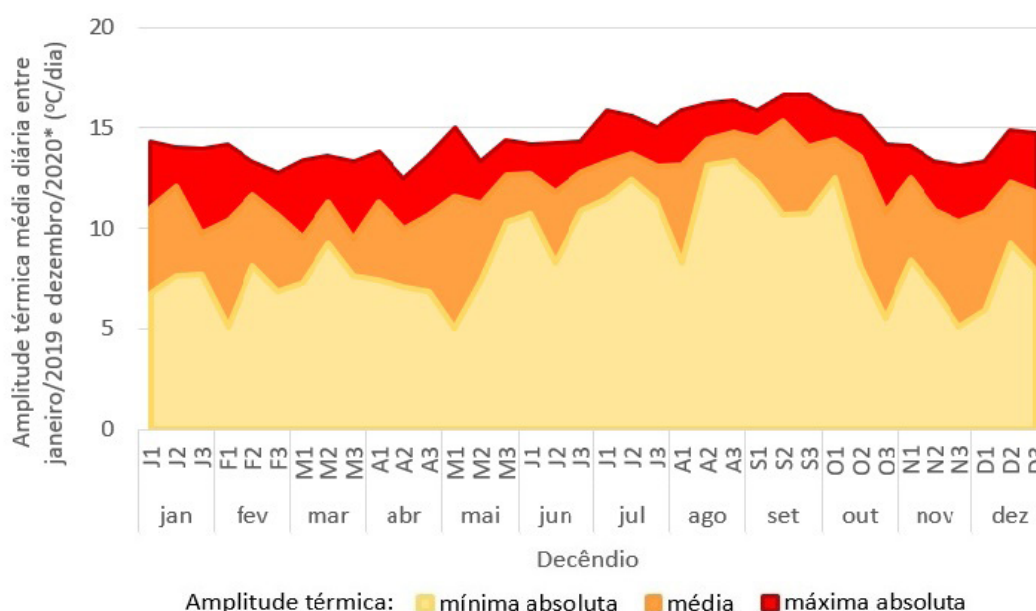


Figura 28. Amplitudes térmicas médias decendiais registradas na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Em relação à variação horária da temperatura do ar, de novembro a junho as maiores temperaturas foram observadas entre as 13h00 e as 14h00; e, de julho a outubro, entre 14h00 e 15h00 (**Figura 29**). Santos et al. (2016) informam que os valores máximos de *temperatura diária* tendem a ocorrer de duas a três horas após o pico de energia radiante, que é o tempo que a atmosfera leva para se aquecer entre a superfície do solo e a altura geralmente padrão de medidas de temperatura do ar.

Em relação às temperaturas médias mínimas diárias, de janeiro a outubro as temperaturas instantâneas médias mais baixas ocorreram entre as 5h00 e 6h00, enquanto nos meses de novembro e dezembro as menores temperaturas foram verificadas entre 4h00 e 5h00 (**Figura 29**). Santos et al. (2016) explicam que os valores mínimos ocorrem no final da madrugada, pouco antes do nascer do sol, após resfriamento da atmosfera durante a noite. E as variações diárias também podem sofrer influência da nebulosidade e de outros fatores climáticos.

O fato de as temperaturas médias mínimas diárias ocorrerem uma hora mais cedo nos meses de novembro e dezembro também está de acordo com o esperado, pois nos meses próximos ao solstício de verão no Hemisfério Sul a duração do dia é maior, e o sol nasce e começa a esquentar o ar mais cedo. As maiores quedas de temperatura ($>10\%$) ocorrem nas primeiras horas após o pôr do sol, ou seja, entre 17h00 e 19h00, principalmente. Durante o período de estiagem (e inverno no Hemisfério Sul), a queda de temperatura após duas horas do pôr do sol é maior que na época chuvosa. De junho a setembro as temperaturas instantâneas médias caíram mais do que 15% nas primeiras duas horas após o pôr do sol. Já na época chuvosa, a queda média de temperatura nessas primeiras duas horas foi de, no máximo, 13,52%.

As temperaturas máximas absolutas do ar seguiram padrão de variação horária muito semelhante ao observado para as temperaturas instantâneas médias do ar nos diferentes meses do ano, porém apresentando valores $5,34 \pm 1,37$ °C acima do registrado para as temperaturas instantâneas médias para os diferentes meses do ano (**Figura 30**). Já no caso das temperaturas mínimas absolutas do ar, de outubro a abril (meses chuvosos) foram registradas temperaturas mínimas absolutas semelhantes em diferentes horários do dia, mas de maio a setembro as temperaturas mínimas absolutas tiveram padrão de variação semelhante ao observado para as temperaturas instantâneas médias ao longo do dia, só com temperaturas aproximadamente $5,30 \pm 1,59$ °C mais baixas (**Figura 30**).

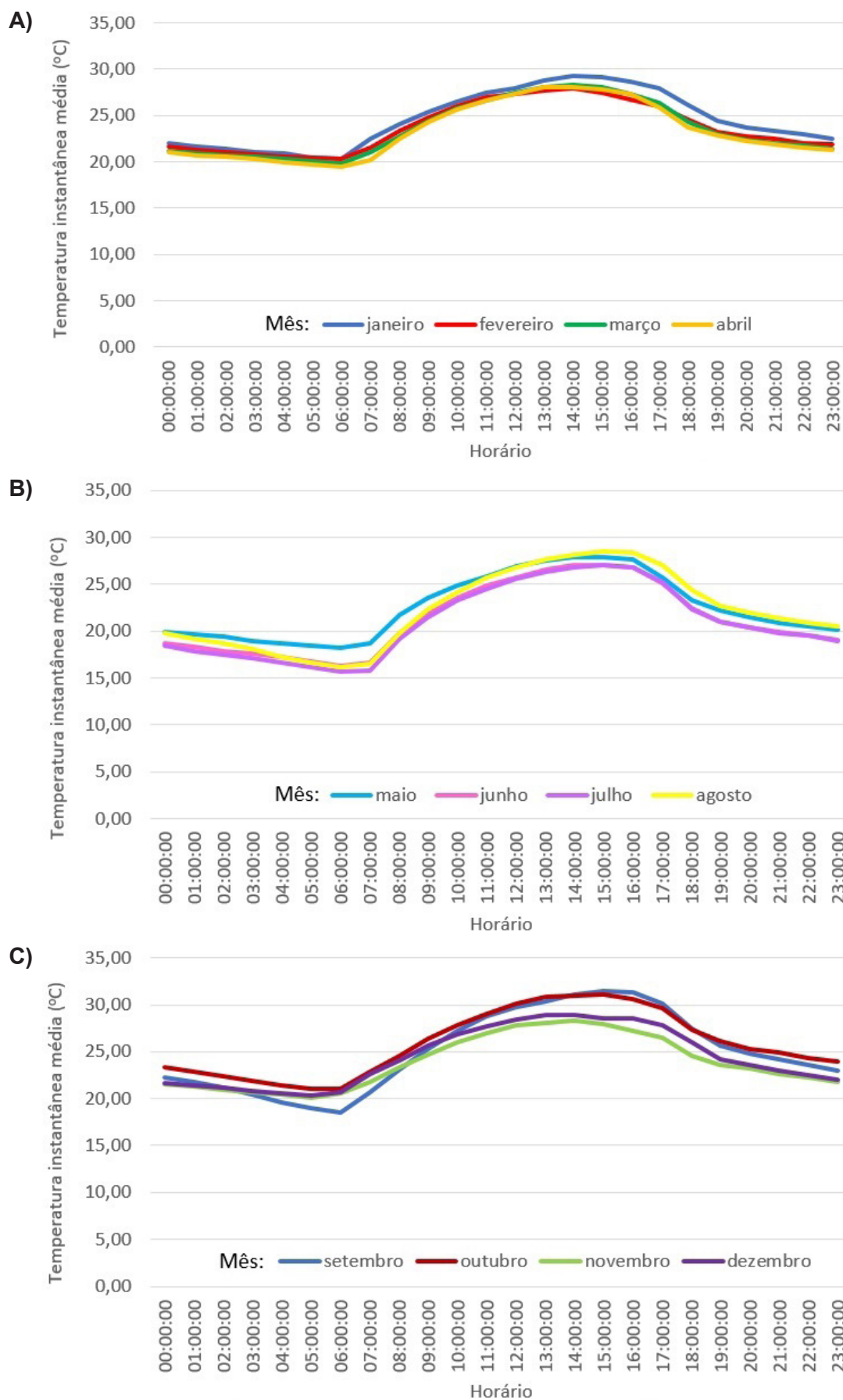


Figura 29. Temperaturas instantâneas médias do ar por mês e horário na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/ Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) 1º quadrimestre do ano: janeiro – abril, (B) 2º quadrimestre: maio-agosto e (C) 3º quadrimestre: setembro-dezembro. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

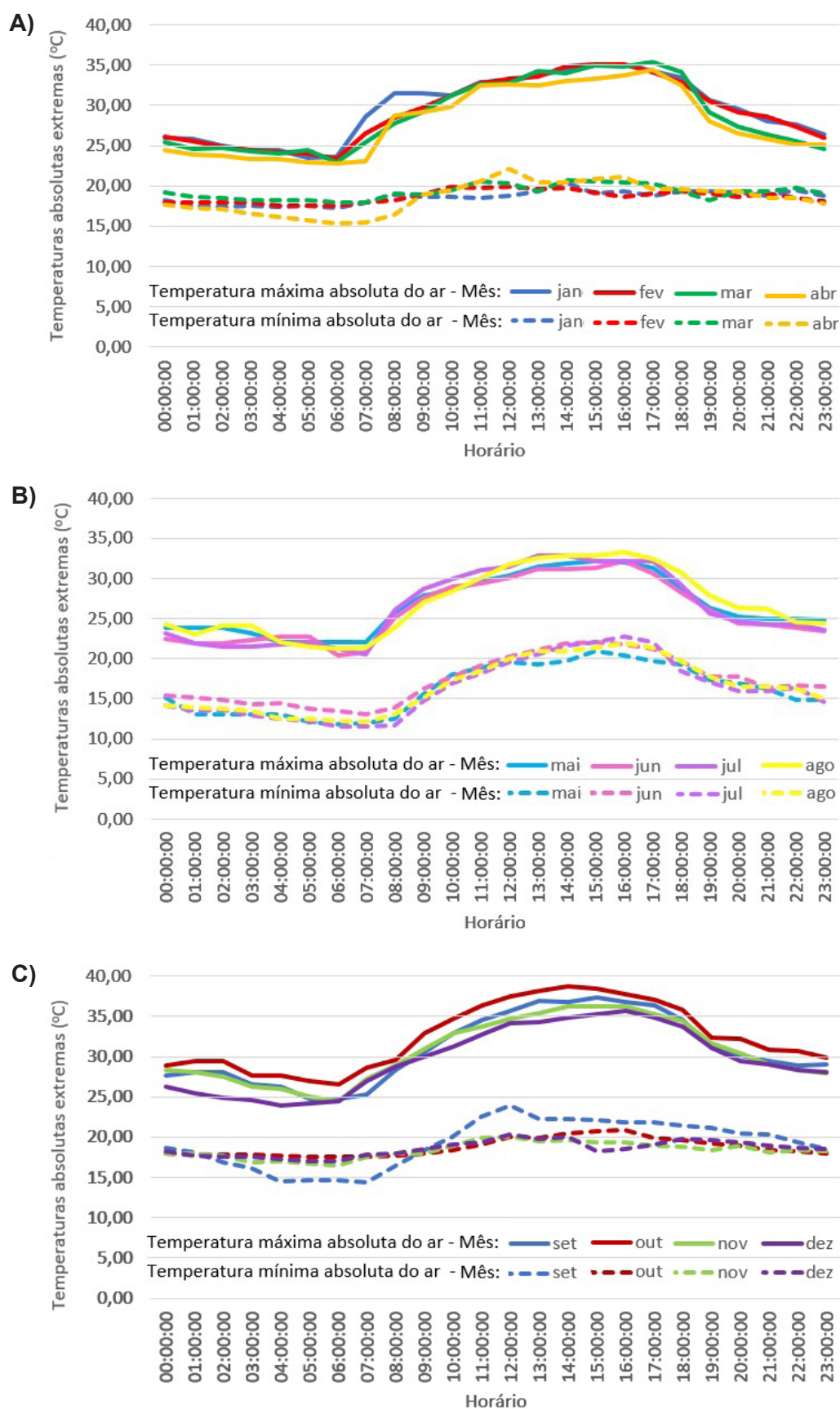


Figura 30. Temperaturas máximas e mínimas absolutas do ar registradas por mês e horário na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) 1º quadrimestre do ano: janeiro-abril, (B) 2º quadrimestre: maio-agosto e (C) 3º quadrimestre: setembro-dezembro. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Umidade relativa do ar e velocidade máxima do vento

Em 2019-2020 as umidades relativas médias do ar anuais foram de $66,36 \pm 2,85\%$ (**Tabela 4**), tendo variado entre 63,51% em 2019 e 69,21% em 2020. Foi observada umidade relativa média das mínimas de $40,69 \pm 2,49\%$ (38,20 % em 2019 e 43,18% em 2020) e relativa média das máximas de $86,38 \pm 2,16\%$ (84,22% em 2019 e 88,54% em 2020).

Em termos de variação da umidade relativa do ar ao longo do ano foi observado que os meses com maiores médias foram fevereiro (87,20%), abril (79,95%), janeiro (72,8%) e novembro (73,95%), aproximadamente dois meses após o observado considerando as médias de 30 anos de Formoso. Aqueles com os menores valores de umidade relativa do ar foram julho (56,10%), agosto (52,95%), setembro (44,47%) e outubro (56,10%), coincidindo com o final do período de secas e início da época de chuvas, assim com observado em Formoso (**Figura 31A, Tabela 4**).

Os quatro decêndios com as maiores umidades relativas médias diárias foram o primeiro de dezembro (80,01%), o terceiro de fevereiro (F3: 83,81%), o primeiro de março (82,86%) e o segundo de abril (84,04%), diferentes decêndios após o primeiro mês de início da época chuvosa. Já os decêndios com os menores valores de umidade relativa média diária foram os três de setembro e o primeiro de outubro (respectivamente, S1: 45,96%, S2: 41,29%, S3: 46,17%, O1: 41,27%), no final da época seca, conforme poderia ser esperado (**Figura 31, Tabela 5**).

As maiores umidades relativas absolutas diárias registradas foram de 100%, em 25 dias de 2019 e 50 dias de 2020, em vários casos representando vários dias seguidos com chuva. No total, foram 27 dias em março, 15 em abril, nove em maio, sete em fevereiro, cinco em outubro e quatro em cada um dos meses de janeiro, novembro e dezembro (27/01/2019, 10-11/02/2019, 18/02/2019, 05-06/03/2019, 22-28/03/2019, 07/04/2019, 09/04/2019, 11/04/2019, 13/04/2019, 15/04/2019, 04/05/2019, 17-18/05/2019, 23-25/10/2019, 19/11/2019, 07/01/2020, 10/01/2020, 27/01/2020, 05/02/2020, 08/02/2020, 13/02/2020, 29/02/2020, 01-13/03/2020, 23-27/03/2020, 10/04/2020, 15-19/04/2020, 21-24/04/2020, 08-09/05/2020, 17-18/05/2020, 25-26/05/2020, 21/10/2020, 31/10/2020, 03-04/11/2020, 17/11/2020, 07/12/2020, 09/12/2020, 12/12/2020, 25/12/2020). As menores umidades relativas absolutas diárias do ar foram registradas em setembro (18/09/2019: 11,0%, 29/09/2020: 11,2%, 13/09/2019: 11,8%, 05/09/2019: 13,9% e 19/09/2019: 14,0%). Em Formoso, as menores umidades relativas absolutas têm ocorrido em outubro, e não foram menores do que 21,5%, de forma que nos dois anos observados na Fazenda Santa Luzia a umidade relativa chegou a valores em torno de 10% menores que os registrados em Formoso ao longo de 30 anos.

Quanto à variação horária da umidade relativa do ar, na maioria dos meses do ano (janeiro a maio, setembro e outubro), o horário com maior umidade relativa média do ar foi registrado entre 5h00 e 6h00; mas nos meses de novembro e dezembro se deu entre 4h00 e 5h00; e de junho a agosto, entre 6h00 e 7h00. Os horários com menor umidade relativa do ar variaram mais ao longo do ano. Em cinco meses do ano (janeiro a abril e novembro), o horário com menor umidade relativa média do ar foi registrado entre 13h00 e 14h00; enquanto de maio a julho e também outubro as menores umidades relativas foram mais frequentes entre 14h00 e 15h00. Já no mês de dezembro as menores umidades relativas do ar predominaram entre 12h00 e 13h00; e nos meses de agosto e setembro, entre 15h00 e 16h00 (**Figura 31**). Foi observada relação inversa entre as variações horárias da umidade relativa e da temperatura instantânea médias do ar em todos os meses do ano (**Figuras 29 e 32**), verificando-se correlação (R^2) acima de 0,9380 em todos os meses do ano (**Figuras 33**). Foram observados diferentes padrões de variação nos distintos meses do ano, limitando a visualização de correlação inversa ao analisar conjuntamente todos os meses do ano ($R^2=0,4449$). Alguns meses apresentaram padrões semelhantes, como os da época chuvosa, de novembro a abril; os da

época de estiagem até a ocorrência das primeiras chuvas, incluindo julho a setembro. Os primeiros meses após o início da época de seca (maio e junho) e o mês de início do período chuvoso (outubro) apresentaram padrões intermediários aos dois extremos já relatados. Agrupando os meses por período a correlação ainda é inversa e maior que $R^2 > 0,8760$; sendo: para os meses do período chuvoso, entre novembro e abril: $y = -4,1105x + 173,68$ ($R^2 = 0,9604$); para os meses de estiagem, de junho a setembro: $y = -3,2197x + 126,62$ ($R^2 = 0,8766$); e para os dois meses de transição, maio e outubro, $y = -3,8995x + 159,16$ ($R^2 = 0,9536$).

Em relação à velocidade máxima do vento, os valores mais altos foram registrados durante a época chuvosa, em decêndios com maior precipitação média diária (**Figura 31B**). A velocidade máxima média anual foi calculada em $2,90 \pm 0,84$ m/s. Os quatro decêndios com velocidades máximas médias mais altas foram o segundo de janeiro (9,69 m/s), o terceiro de fevereiro (11,11 m/s), o primeiro de março (também 9,69 m/s) e o terceiro de maio (9,70 m/s). Entre setembro/2018 e março/2021 foram identificados 21 registros de rajadas com velocidade do vento igual ou acima de 30 m/s, quais sejam: 22/fev./2020, 01/mar./2020, 22/mai./2020 e 27/mai./2020, com 33,00 m/s; 08/dez./2018, 31,00 m/s; e mais 16 dias com velocidade máxima do vento de 30,00 m/s (16/dez./2019, 11/jan./2020, 12/jan./2020, 13/jan./2020, 25/jan./2020, 06/fev./2020, 23/fev./2020, 26/fev./2020, 02/mar./2020, 05/mar./2020, 20/abr./2020, 23/mai./2020, 25/mai./2020, 06/nov./2020, 08/nov./2020 e 20/nov./2020).

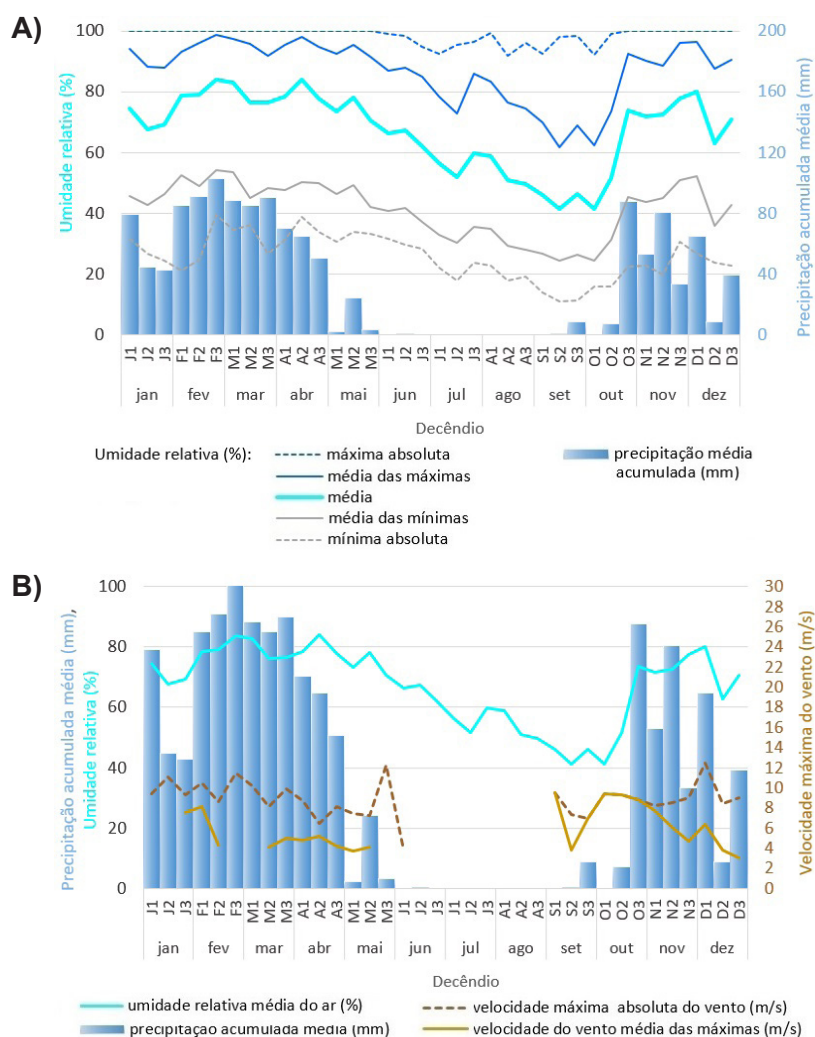


Figura 31. Umidade relativa diária do ar, velocidade máxima do vento e precipitação média acumulada por decênio na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) umidades relativas médias e extremas, e precipitação média acumulada, (B) velocidade máxima do vento, umidade relativa média do ar e precipitação média acumulada. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

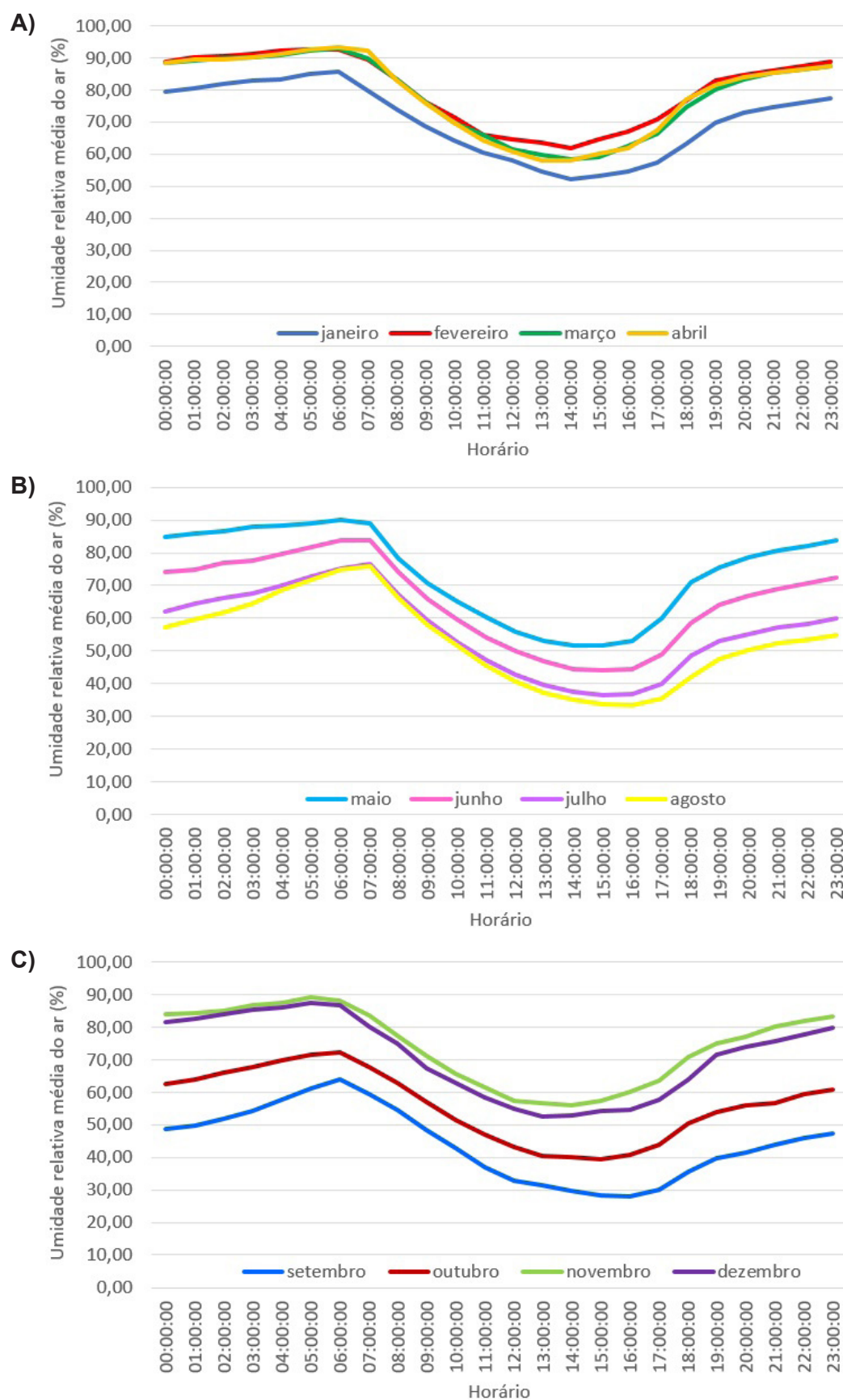
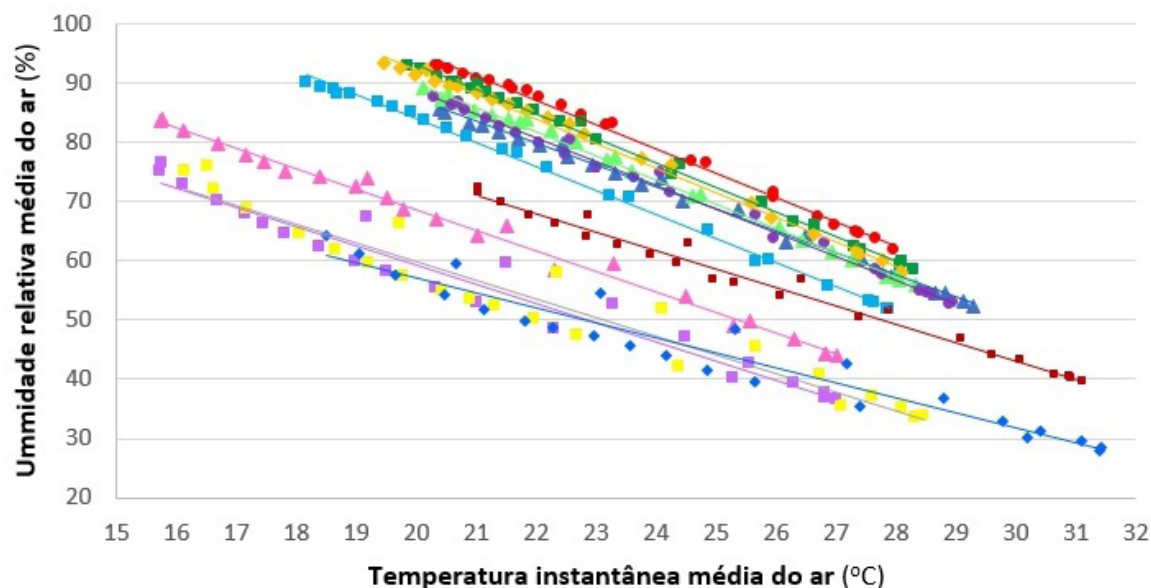


Figura 32. Umidade relativa instantânea média do ar por mês e horário na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021: (A) 1º quadrimestre do ano: janeiro-abril, (B) 2º quadrimestre: maio-agosto e (C) 3º quadrimestre: setembro-dezembro. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).



Registro: ▲ jan ● fev ■ mar ◆ abr ■ mai ▲ jun ■ jul ◆ ago ◆ set ■ out ▲ nov ● dez

Ajuste linear: — jan — fev — mar — abr — mai — jun — jul — ago — set — out — nov — dez

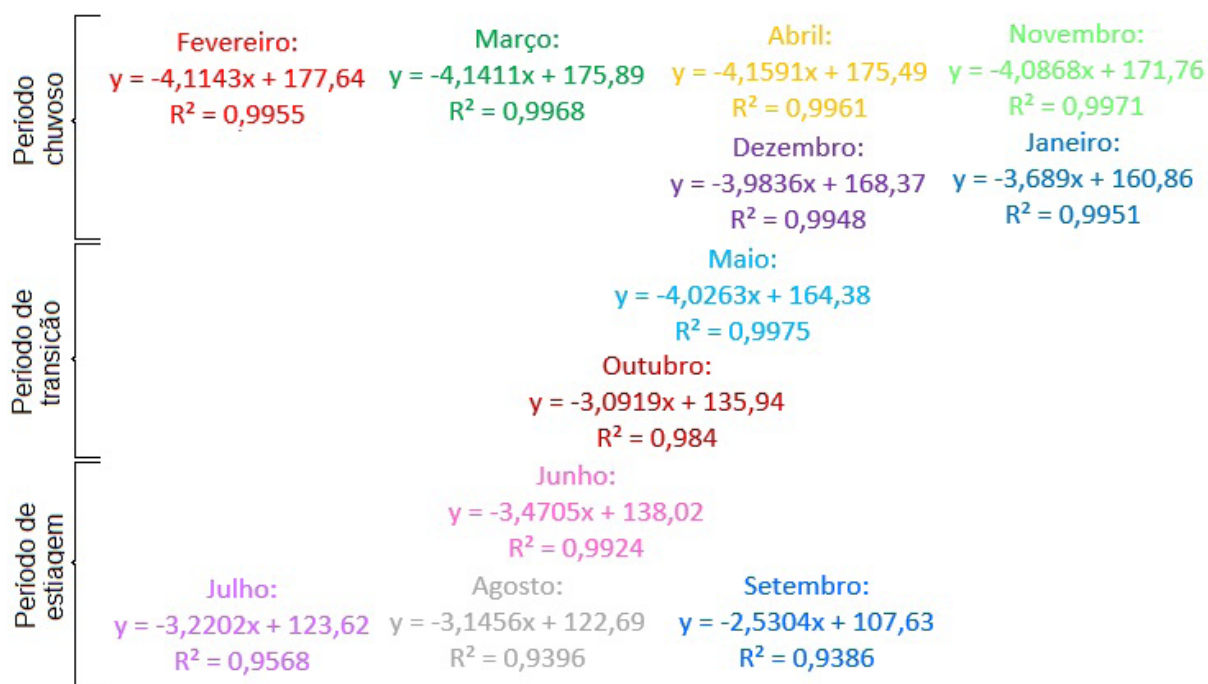


Figura 33. Relação entre a umidade relativa instantânea e a temperatura instantânea médias do ar por mês e horário na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA, entre setembro/2018 e março/2021. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Observações climatológicas 2018-2021

Em Formoso, de acordo com a classificação de Köppen, o clima em é do tipo Aw (clima tropical chuvoso com estação seca no inverno, apresentando temperaturas médias do mês mais frio maiores que 18 °C e precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm). As precipitações e o período úmido também se concentram entre os meses de outubro e abril, sendo que entre novembro e abril ocorre precipitação ultrapassando 100 mm mensais. Esse período é considerado superúmido de acordo com o diagrama climático de Walter e Lieth (**Figura 34**). A precipitação máxima acumulada em 24 horas foi de 72,60 mm, em 24 de março de 2020.

Ao longo do período observado os dois decêndios que apresentaram maior chuva média diária foram o terceiro de fevereiro (12,5 mm/dia) e o terceiro de outubro (10,5 mm/dia). Por outro lado, observa-se um período de forte estiagem que se estende entre maio e setembro, sendo mais pronunciado no final do período de seca. No período de 2018 a 2020, não foram registradas precipitações entre o primeiro decêndio de junho e o segundo de setembro, sendo ainda escassas as precipitações entre o segundo decêndio de setembro e o terceiro de outubro, um dos decêndios com maior precipitação média diária. Apesar dos registros de volumes consideráveis de chuva no terceiro decêndio de outubro, inicialmente ocorre a reposição da água no solo, então é provável que o ápice do déficit hídrico na região se estenda até o final de outubro, mas ocorra déficit ainda no primeiro decêndio de novembro.

Em 2019-2020, as temperaturas médias mensais variaram menos do que 5 °C ao longo do ano (entre 20,97 °C em julho e 25,84 °C em outubro). As temperaturas mínimas médias mais baixas foram registradas nos meses de julho e agosto (14,98 °C e 15,60 °C, respectivamente), durante a época seca e inverno no Hemisfério Sul. Já as temperaturas médias mensais mais elevadas ocorreram em setembro e outubro (32,61 °C e 32,86 °C, respectivamente), no final da época seca e início do período de chuvas. A menor temperatura registrada na Fazenda Santa Luzia foi de 11,7 °C, em 31 de julho de /2020; e a mais alta chegou a 38,7 °C, em 08 de outubro do mesmo ano.

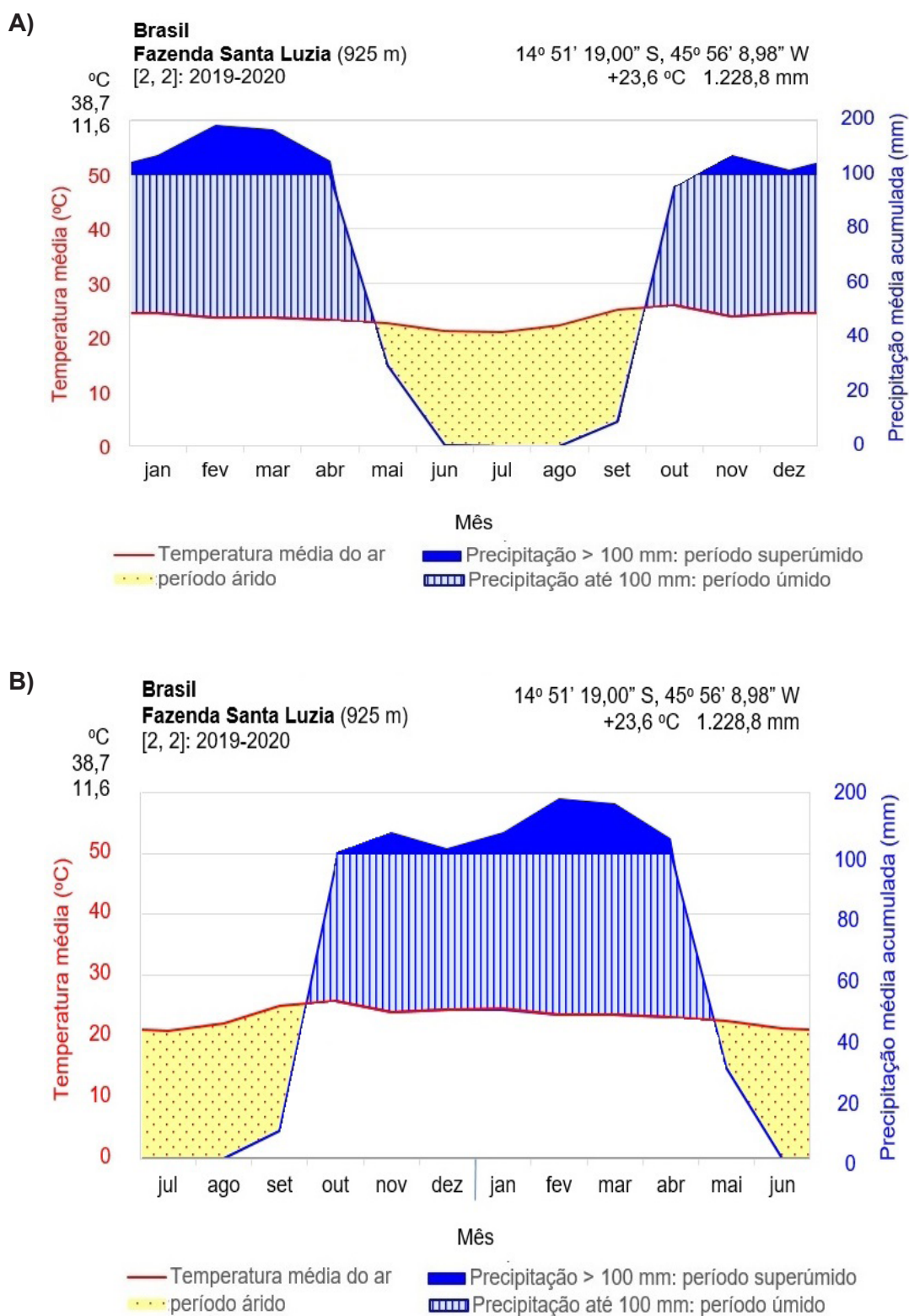


Figura 34. Diagramas climáticos de Walter-Lieth referentes ao período entre janeiro/2019 e dezembro/2020 da Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia, Cocos-BA, Brasil: (A) período de janeiro a dezembro e (B) período de julho a dezembro, concentrando o período de chuvas e com temperaturas mais altas na parte central do diagrama. Elaboração: Elena Charlotte Landau. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Tabela 5. Temperatura média e precipitação acumulada mensais entre janeiro/2018 e março/2021 nas Estações Meteorológicas da Fazenda Santa Luzia/Inema e na de Formoso/Inmet: A) Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema, Cocos-BA e B) Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, Formoso-MG.

Ano	Temperatura média compensada (°C)												Precipitação acumulada (mm)											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2018									24,91	25,70	22,75	23,48									1,20	35,00	271,20	206,60
2019	24,93	24,48	23,54	23,86	23,59	21,39	21,09	22,66	25,34	26,16	25,53	25,34	94,40	260,40	312,80	138,80	18,60	0,20	0,00	0,00	25,80	170,00	116,60	29,40
2020	24,34	23,93	22,99	22,98	21,37	21,10	20,85	21,67	24,88	25,67	23,44	24,51	199,80	187,80	405,80	161,80	40,60	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	113,00	101,80
2021	24,24	22,60	24,07										205,40	388,26	72,40									

Ano	Temperatura média compensada (°C)												Precipitação acumulada (mm)											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2018	23,29											24,47	174,50	447,90	144,70	115,30	11,40	0,00	0,00	25,70		109,80	187,40	214,80
2019														156,40	283,30	152,80	12,60	0,00	0,00	0,10		19,20	134,70	119,10
2020	23,45												186,40	206,60	427,00	155,80	3,60	0,00	0,00	0,00		121,40	190,30	163,20
2021	26,02												138,90	227,90										

Legenda:

Anos analisados

Dados faltantes em mais de dez dias

Temperatura média compensada (°C)

Precipitação acumulada (mm)

Tabela 6. Média e desvio padrão mensais e anuais de variáveis climáticas registradas entre setembro/2018 e março/2021 na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia, Cocos-BA. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Mês	Precipitação acumulada (mm)	Radiação absorvida acumulada (KJ/m ²)	Temperatura média (°C)	Temperatura mínima média (°C)	Temperatura máxima média (°C)	Amplitude térmica média (°C)	Umidade relativa do ar (%)
jan ^{**}	166,53 ± 51,06	407.699 ± 29.505	24,51 ± 0,30	19,74 ± 0,42	30,99 ± 0,54	11,25 ± 0,87	70,39 ± 5,29
fev ^{**}	278,80 ± 82,84	306.274 ± 33.097	23,67 ± 0,79	19,83 ± 0,26	30,06 ± 1,26	10,24 ± 1,01	80,27 ± 4,85
mar ^{**}	263,67 ± 140,47	333.929 ± 24.457	23,53 ± 0,44	19,48 ± 0,22	30,23 ± 0,81	10,75 ± 1,02	78,44 ± 7,33
abr [*]	150,30 ± 11,50	255.935 ± 88.753	23,22 ± 0,46	19,09 ± 0,49	29,93 ± 0,35	10,64 ± 0,02	79,95 ± 2,30
mai [*]	29,60 ± 11,00	309.018 ± 8.261	22,48 ± 1,11	17,66 ± 0,99	29,52 ± 0,81	11,86 ± 0,17	73,87 ± 2,28
jun [*]	0,10 ± 0,10	287.331 ± 1.332	21,24 ± 0,14	15,88 ± 0,15	28,32 ± 0,06	12,44 ± 0,09	65,26 ± 2,06
jul [*]	0,00 ± 0,00	331.788 ± 2.655	20,97 ± 0,12	14,98 ± 0,03	28,35 ± 0,10	13,37 ± 0,13	56,10 ± 1,83
ago [*]	0,00 ± 0,00	380.350 ± 147	22,17 ± 0,50	15,60 ± 0,57	29,72 ± 0,36	14,12 ± 0,21	52,95 ± 2,54
set [#]	9,00 ± 11,89	380.907 ± 10.808	25,04 ± 0,21	18,18 ± 0,25	32,61 ± 0,36	14,43 ± 0,32	44,47 ± 0,56
out [#]	95,00 ± 56,12	319.070 ± 36.338	25,84 ± 0,22	20,28 ± 0,39	32,86 ± 0,43	12,58 ± 0,82	56,10 ± 4,27
nov [#]	166,93 ± 73,74	341.415 ± 36.822	23,91 ± 1,18	19,61 ± 0,60	30,35 ± 1,49	10,75 ± 0,91	73,95 ± 7,23
dez [#]	112,60 ± 72,74	359.169 ± 30.949	24,44 ± 0,76	19,70 ± 0,40	31,11 ± 0,96	11,41 ± 0,58	71,19 ± 2,97
ANO [*]	1.228,80 ± 61,80	4.105.442 ± 207.592	23,56 ± 0,42	18,42 ± 0,22	30,50 ± 0,51	12,08 ± 0,29	66,36 ± 2,85

Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

- dados 2018-2020, * - dados 2019-2020, ** - dados 2019-2021.

Tabela 7. Média e desvio padrão decendiais de variáveis climáticas registradas entre setembro/2018 e março/2021 na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia, Cocos-BA. Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

Mês	Decêndio	Precipitação acumulada (mm)	Radiação absorvida acumulada (KJ/m ²)	Temperatura média (°C)	Temperatura mínima média (°C)	Temperatura máxima média (°C)	Amplitude térmica média (°C)	Umidade relativa do ar (%)
jan ^{**}	J1	79,13 ± 6,37	120.450 ± 13.346	24,14 ± 0,30	19,67 ± 0,40	31,03 ± 0,69	11,37 ± 0,65	74,46 ± 6,04
	J2	44,73 ± 47,86	136.226 ± 16.723	25,12 ± 1,51	20,02 ± 0,85	31,58 ± 1,72	11,56 ± 0,88	67,54 ± 8,82
	J3	42,67 ± 42,70	151.022 ± 33.329	24,28 ± 1,18	19,55 ± 0,50	30,41 ± 2,23	10,87 ± 2,57	69,27 ± 12,76
fev ^{**}	F1	85,07 ± 26,54	112.497 ± 10.259	23,60 ± 0,54	19,73 ± 0,28	29,70 ± 1,17	9,97 ± 0,92	78,58 ± 3,39
	F2	90,93 ± 43,01	112.984 ± 15.637	23,87 ± 0,89	19,82 ± 0,21	30,61 ± 1,43	10,79 ± 1,22	79,05 ± 6,75
	F3	102,80 ± 49,88	80.793 ± 11.351	23,49 ± 1,20	19,94 ± 0,46	29,82 ± 1,60	9,88 ± 1,15	83,81 ± 4,79
mar ^{**}	M1	88,47 ± 76,04	96.345 ± 6.591	23,05 ± 0,37	19,36 ± 0,47	29,58 ± 0,64	10,22 ± 1,09	82,86 ± 6,10
	M2	85,07 ± 35,93	104.052 ± 560	24,09 ± 0,34	19,72 ± 0,23	31,11 ± 0,73	11,39 ± 0,64	76,28 ± 3,55
	M3	90,13 ± 64,96	133.532 ± 19.498	23,47 ± 0,98	19,38 ± 0,07	30,02 ± 1,67	10,65 ± 1,68	76,39 ± 13,15
abr [*]	A1	70,20 ± 50,89	114.446 ± 3.907	23,80 ± 0,88	19,59 ± 0,68	30,79 ± 1,17	11,21 ± 0,67	78,51 ± 0,91
	A2	64,90 ± 29,50	97.435 ± 11.728	23,23 ± 0,79	19,52 ± 0,43	29,49 ± 1,12	9,97 ± 0,69	84,04 ± 3,70
	A3	50,60 ± 29,80	107.913 ± 4.775	22,72 ± 1,17	18,47 ± 1,06	29,14 ± 1,24	10,67 ± 0,18	77,81 ± 3,86
mai [*]	M1	2,10 ± 1,70	103.516 ± 4.240	22,99 ± 1,21	18,30 ± 1,14	29,87 ± 0,99	11,57 ± 0,15	73,36 ± 0,76
	M2	24,20 ± 10,40	94.056 ± 3.649	22,09 ± 0,51	17,67 ± 0,18	28,91 ± 0,33	11,24 ± 0,15	78,06 ± 3,54
	M3	3,30 ± 1,10	111.445 ± 372	22,37 ± 1,56	17,06 ± 1,58	29,75 ± 1,09	12,68 ± 0,49	70,53 ± 3,91
jun [*]	J1	0,00 ± 0,00	101.243 ± 1.332	21,90 ± 0,10	16,46 ± 0,24	29,17 ± 0,26	12,72 ± 0,01	66,40 ± 3,42
	J2	0,10 ± 0,10	92.229 ± 3.903	20,98 ± 0,33	15,94 ± 0,24	27,74 ± 0,47	11,80 ± 0,23	67,39 ± 1,50
	J3	0,00 ± 0,00	93.859 ± 3.903	20,84 ± 0,20	15,25 ± 0,46	28,06 ± 0,03	12,81 ± 0,49	61,98 ± 1,27
jul [*]	J1	0,00 ± 0,00	103.892 ± 5.874	21,53 ± 0,19	15,70 ± 0,45	29,01 ± 0,09	13,32 ± 0,36	56,27 ± 1,82
	J2	0,00 ± 0,00	109.608 ± 3.234	20,89 ± 0,48	14,76 ± 0,23	28,49 ± 0,63	13,73 ± 0,41	51,77 ± 4,22
	J3	0,00 ± 0,00	118.288 ± 6.452	20,53 ± 0,07	14,53 ± 0,10	27,64 ± 0,21	13,10 ± 0,31	59,86 ± 0,32
ago [*]	A1	0,00 ± 0,00	110.448 ± 707	20,64 ± 1,42	14,71 ± 1,14	27,87 ± 1,51	13,16 ± 0,36	58,74 ± 3,75
	A2	0,00 ± 0,00	123.754 ± 1.195	22,83 ± 0,42	16,01 ± 0,25	30,41 ± 0,56	14,40 ± 0,31	50,90 ± 2,81
	A3	0,00 ± 0,00	146.148 ± 2.049	22,96 ± 0,49	16,03 ± 0,80	30,78 ± 0,15	14,75 ± 0,65	49,57 ± 1,20
set [#]	S1	0,00 ± 0,00	145.163 ± 4.178	23,63 ± 0,62	16,68 ± 0,60	31,23 ± 0,76	14,55 ± 0,19	45,96 ± 0,84
	S2	0,00 ± 0,00	131.265 ± 15.758	25,39 ± 0,66	18,44 ± 0,47	32,87 ± 1,15	14,43 ± 1,36	41,29 ± 7,10
	S3	12,90 ± 12,90	104.478 ± 6.195	26,10 ± 0,65	19,43 ± 0,19	33,72 ± 0,71	14,30 ± 0,52	46,17 ± 5,31
out [#]	O1	0,00 ± 0,00	107.931 ± 8.388	27,45 ± 0,81	20,57 ± 0,78	34,81 ± 0,90	14,24 ± 0,33	41,27 ± 6,15
	O2	10,00 ± 10,00	103.196 ± 16.019	26,20 ± 0,71	20,36 ± 0,74	33,29 ± 0,96	12,92 ± 1,47	51,63 ± 10,44
	O3	115,00 ± 55,00	107.942 ± 13.638	24,05 ± 0,77	19,95 ± 0,21	30,70 ± 1,06	10,75 ± 1,06	73,66 ± 7,73
nov [#]	N1	26,90 ± 22,90	117.181 ± 25.393	24,36 ± 2,08	19,70 ± 0,88	31,18 ± 2,58	11,48 ± 1,77	71,76 ± 13,96
	N2	52,10 ± 4,30	115.689 ± 18.319	24,32 ± 0,85	20,18 ± 0,42	31,01 ± 0,73	10,83 ± 0,50	72,49 ± 7,40
	N3	35,80 ± 20,40	108.545 ± 7.079	23,04 ± 0,65	18,95 ± 0,68	28,87 ± 1,18	9,92 ± 0,63	77,61 ± 0,68
dez [#]	D1	41,20 ± 21,40	101.040 ± 12.703	23,66 ± 0,99	19,89 ± 0,41	29,78 ± 1,72	9,89 ± 1,34	80,01 ± 5,59
	D2	12,80 ± 5,00	129.790 ± 12.395	25,20 ± 0,50	19,52 ± 0,53	31,98 ± 0,45	12,46 ± 0,25	62,86 ± 0,33
	D3	11,60 ± 9,80	128.339 ± 9.545	24,46 ± 0,92	19,68 ± 0,27	31,52 ± 1,07	11,83 ± 0,92	70,73 ± 5,65

Fonte dos dados: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2021).

#- dados 2018-2020, *- dados 2019-2020, ** - dados 2019-2021.

Considerações Finais

A região próxima à junção dos Estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia, incluindo o extremo norte dos Municípios de Formoso-MG, sul do de Sítio D'Abadia-GO e oeste do de Cocos-BA, consequentemente, extremo sul da região denominada Matopiba, apresenta clima tropical com chuvas concentradas entre os meses de outubro e abril, e período seco bem definido, principalmente de junho a setembro. Os meses de abril-maio e setembro-outubro normalmente representam épocas de transição entre os períodos chuvoso e seco, e vice-versa. Esta sazonalidade determina os ciclos de desenvolvimento da vegetação, a época para concentração de plantios agrícolas não irrigados, características ambientais e o estímulo à realização de prática de atividades ao ar livre, entre outras.

Na Estação Meteorológica de Formoso/Inmet, considerando o período de 30 anos 1989-2020 (excetuando 1992-1993), foi calculada precipitação média anual de $1.208,89 \pm 229,10$ mm; e, na Estação Meteorológica da Fazenda Santa Luzia/Inema 2019-2020, precipitação média anual de $1.228,80 \pm 61,80$ mm. Estes representam valores muito próximos, em que o desvio padrão maior obtido para Formoso provavelmente está relacionado com o período significativamente maior de registros considerado. Ao longo dos 30 anos de registros em Formoso não foi verificada tendência média de variação do volume total precipitado por ano, porém foi observada tendência média de diminuição dos dias com chuvas moderadas (volumes diários até 5 mm), de aumento dos dias com maiores volumes de chuva e de atraso no início do período chuvoso. As tendências de maior concentração das chuvas num período menor, e de aumento dos dias com volumes de chuva maiores, demandarão a adoção de sistemas de produção e o plantio de cultivares mais adaptadas, visando diminuir o escoamento superficial e favorecer a infiltração da água no solo. A tendência de atraso do início das chuvas provavelmente implicará também o atraso da janela indicada para os plantios agrícolas de sequeiro e/ou a escolha de cultivares mais tolerantes às novas situações. No entanto, a distribuição do volume precipitado em menos dias, numa região que já apresenta concentração sazonal de chuvas em poucos meses, poderá causar impactos consideráveis para a realização de atividades dependentes do clima na região.

Os registros obtidos em Formoso e na Fazenda Santa Luzia apresentaram padrão semelhante em termos de variação anual das chuvas, mas diferiram quanto aos meses com chuvas acumuladas acima de 200 mm. Em Formoso, os meses com precipitação média acumulada superior a 200 mm foram novembro, dezembro e março; enquanto nos quase três anos de observações na Fazenda Santa Luzia, foram fevereiro e março. Durante o período chuvoso também foram observados veranicos em ambas as estações meteorológicas, sendo que em Formoso tendem a ocorrer no último decêndio de fevereiro, e, na Fazenda Santa Luzia, no segundo decêndio de dezembro e nos dois últimos de janeiro, diferenças que podem ser reais ou em decorrência do curto período de observações na última. A diferenciação em termos de períodos de concentração das chuvas e da ocorrência de veranicos entre ambos os locais poderá influenciar na diferenciação de situações que favoreçam a ocorrência de erosão superficial, assim como da água disponível no solo para as culturas plantadas em cada local, e também a ocorrência de condições climáticas que favoreçam ou limitem o desenvolvimento das plantas e/ou as incidências de patógenos e pragas.

As temperaturas médias anuais observadas foram de $23,67 \pm 0,54$ °C em Formoso e de $23,56 \pm 0,42$ °C na Fazenda Santa Luzia, valores bem próximos. O padrão de variação durante o ano também foi semelhante em ambas, com ocorrência de temperaturas médias mais quentes nos meses chuvosos (~ 25 °C) e mais frescas nos meses secos (~ 21 °C). Apesar disso, houve diferenças em relação às temperaturas extremas observadas em ambos os locais. Enquanto as temperaturas mínimas médias anuais em Formoso foram de $15,09 \pm 0,71$ °C, na Fazenda Santa Luzia foram de $18,42$

$\pm 0,22$ °C; ou seja, mais de 3 °C superiores. No caso das temperaturas médias máximas anuais, em Formoso, foram de $34,65 \pm 0,60$ °C e, na Fazenda Santa Luzia, de $30,50 \pm 0,51$ °C, mais de 3 °C inferiores. Assim, embora as temperaturas médias anuais registradas em ambas as estações tenham sido similares, a variação anual da amplitude térmica foi aproximadamente 0,5 °C maior em Formoso (amplitudes térmicas médias anuais de $12,61 \pm 0,40$ °C em Formoso e de $12,08 \pm 0,29$ °C na Fazenda Santa Luzia). Locais com maiores variações diárias de temperatura durante o período de plantios podem favorecer o maior desenvolvimento de cultivares influenciadas pelo acúmulo de graus-dia, mas podem representar ambientes adversos para cultivares menos tolerantes a maiores amplitudes térmicas diárias.

Em relação ao vento, na Fazenda Santa Luzia, foram registradas rajadas com velocidade máxima absoluta de 12,5 m/s, ocorrendo no primeiro decêndio de dezembro, durante a época de concentração de plantios agrícolas de sequeiro, o que pode promover maior tombamento de cultivares menos resistentes a rajadas de vento.

Em termos gerais, ambas as estações meteorológicas apresentaram padrão semelhante de variação climática, sendo que divergências observadas entre ambas podem estar relacionadas às distintas características de cada local e/ou a diferenças decorrentes da série histórica de dados considerados de cada uma. Futuramente, havendo séries históricas coincidentes de, no mínimo, 30 anos consecutivos, poderão ser melhor comparados os registros obtidos em cada uma; mas enquanto isso não ocorrer, pode-se supor que, de maneira geral, as características climáticas observadas representam padrões da região próxima à junção dos Estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia, podendo subsidiar o planejamento de futuras ações locais influenciadas pelo clima, como a agricultura, pecuária, defesa civil, turismo e conservação ambiental, visando contribuir para o desenvolvimento sustentável da região.

Referências

ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; VIANA, J. H. M.; FRANCELINO, M. R.; THOMAZINI, A.; SANTANA, D. P.; SANTOS, F. C. dos. **Caracterização pedológica da área do Projeto Trijunção no Oeste da Bahia, região do Matopiba**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 63 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 217). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/22370119204/1/Bol-217-CaracterizacaoPedologicaTrijuncao.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; GUIMARÃES, D. P.; VIANA, J. H. M.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; SANTOS, F. C. dos. **Caracterização do balanço hídrico climatológico decenal na Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi, BA**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 13 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 242). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211970/1/Cot-242.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2021.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 1, p. 63-74, 2007. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862007000100007&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 9 abr. 2021.

ARAÚJO, W. S.; BRITO, J. I. B. de. Índices de tendências de mudanças climáticas para os Estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários e sua relação com TSM do Pacífico e Atlântico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 561-568, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862011000400004&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 9 abr. 2021.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p. Disponível em: <http://bodegadageografia.blogspot.com/2016/04/ayoade-jo-introducao-climatologia-para.html>. Acesso em: 21 abr. 2021.

BAHIA. Governo do Estado. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais. **Tipologia climática Köppen**: Estado da Bahia: escala 1:2.000.000. Salvador, 1998a. 1 mapa. Disponível em: https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf. Acesso em: 29 mar. 2021.

BAHIA. Governo do Estado. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais. **Tipologia climática Thornthwaite & Matther**: Estado da Bahia: escala 1:2.000.000. Salvador, 1998b. 1 mapa. Disponível em: https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_thornthwaite_e_matther_2014.pdf. Acesso em: 29 mar. 2021.

BORGHI, E.; BORTOLON, L.; AVANZI, J. C.; BORTOLON, E. S. O.; UMMUS, M. E.; GONTIJO NETO, M. M.; COSTA, R. V. da. Desafios das novas fronteiras agrícolas de produção de milho e sorgo no Brasil: desafios da região do MATOPIBA. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p. 263-278. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106296/1/Desafios-novas.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BORTOLON, E. S. O.; SOUZA, J. P. de; BORTOLON, L.; EVANGELISTA, B. A.; DONAGEMMA, G. K. **Caracterização climática da região de Pedro Afonso - TO no período de 1985 a 2014**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 66 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 25). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151623/1/CNPASA-2016-doc25.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BRUNINI, O.; ABRAMIDES, P. L. G.; BRUNINI, A. P. C.; CARVALHO, J. P. Caracterizações macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. **InfoBibos**, v. 1, n. 3, 2006. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/2006_3/ambientemilho/index.htm. Acesso em: 17 jul. 2014.

CECÍLIO JÚNIOR, E. P. Um estudo sobre a variação da duração do dia ao longo do ano em função da latitude local. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **[Anais]**... São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012. p. 661-670. Disponível em: https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCP7.pdf. Acesso em: 7 abr. 2021.

CLASIFICACIÓN y diagramas de Walter: práctico 7. Disponível em: <http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/practico%20climatologia%202012/Practico%206/Clasificacion%20y%20diagramas%20de%20walter.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2020.

CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SILVA, A. A. G. da; ASSAD, E. D.; ROSA, C. M. da. El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. **Revista Plantio Direto**, n. 121, p. 18-22, jan./fev. 2011. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/904106/el-ninola-nina---oscilacao-sul-e-seus-impactos-na-agricultura-brasileira-fatos-especulacoes-e-aplicacoes>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNANETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins**, n. 37, 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/15738#tocto2n1>. Acesso em : 11 abr. 2021.

ESTADOS UNIDOS. National Oceanic and Atmospheric Administration. [**Anomalias de temperatura registradas no Pacífico Equatorial entre janeiro/1950 e fevereiro/2021**]. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt. Acesso em: 30 mar. 2021.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215/16909>. Acesso em: 6 ago. 2017.

FIORIN, T. T.; DAL ROSS, M. **Climatologia agrícola**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 82 p. Disponível em:

https://www.ufsm.br%2Fapp%2Fuploads%2Fsites%2F413%2F2018%2F11%2F08_climatologia_agricola.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021.

GASPAR, M. T. P.; CAMPOS, J. E. G.; CADAMURO, L. D. M. Condições de infiltração em solos da região de recarga do sistema aquífero Urucuia no oeste da Bahia sob diferentes condições de usos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 3, p. 542-550, set. 2007. Disponível em:

<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9263>. Acesso em: 30 set. 2020.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; BRANDÃO, G. R. Fatores influentes na evapotranspiração de referência na região do Oeste Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 21., 2019, Catalão. **Anais...** Catalão: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: UFGO, 2019. p. 629-638. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1116522>. Acesso em: 11 abr. 2021.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; COSTA, T. C. e C. da. **Relevo digital dos municípios brasileiros**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 75). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/491745>. Acesso em: 30 mar. 2021.

IBGE. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.visualizador.inde.gov.br/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

IBGE. [**Malha municipal digital 2020**]: downloads: organização_do_territorio: malhas_territoriais: malhas_municipais: município_2020: Brasil: BR: BR_Municipios_2020. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 20 fev. 2021.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Módulo de monitoramento: dados meteorológicos:** município: Cocos: Estação: CA-CL-01 Cocos (Fazenda Santa Luzia_ - CA-CL-01. Disponível em: <http://monitoramento.seia.ba.gov.br/paginas/hidrometeorologico/meteorologico/export.xhtml?tipo=3>. Acesso em: 11 abr. 2021.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **[El Niño]**. Salvador, 2011a. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Informações-do-El-Niño.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **[La Niña]**. Salvador, 2011b. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Informações-do-La-Niña.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos: série histórica: dados climáticos diários**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 fev. 2021a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normal Climatológica do Brasil:** período 1981-2010: temperatura máxima absoluta (°C). Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 21 abr. 2021b.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normal Climatológica do Brasil:** período 1981-2010: temperatura mínima absoluta (°C). Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 21 abr. 2021c.

JARDIM, C. H.; MOURA, F. P. Variações dos totais de chuvas e temperatura do ar na bacia do Rio Pandeiros, norte do Estado de Minas Gerais-Brasil: articulação com fatores de diferentes níveis escalares em área de transição climática de Cerrado para Semiárido. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 14, p. 172-189, 2018. Edição especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/61013>. Acesso em: 20 mar. 2021.

KAYANO, M. T.; CAPISTRANO, V. B. How the Atlantic multidecadal oscillation (AMO) modifies the ENSO influence on the South American rainfall. **International Journal of Climatology**, v. 34, p. 162-178, 2014. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/joc.3674>. Acesso em: 9 abr. 2021.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUSA, D. L. de. **Expansão geográfica da agricultura irrigada por pivôs centrais na Região do Matopiba entre 1985 e 2015**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 55 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 136). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1062686>. Acesso em: 9 abr. 2021.

LANDAU, E. C.; VALADARES, G. M. **Cobertura vegetal e uso da terra nos solos arenosos das áreas de afloramento do Sistema Aquífero Urucuia-Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 63 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 221). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219594/1/Bol-221.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, p. 429-440, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862013000400009&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 28 mar. 2021.

MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F. dos; REBOITA, M. S. Classificação Climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 14, p. 129-156, 2018. Edição especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60896/36669>. Acesso em: 20 mar. 2021.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; SOARES, D. B. Tendência do controle climático oceânico sob variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 12, v. 18, p. 276-292, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/download/43657/28724>. Acesso em: 15 maio 2021.

PIMENTA, F. M.; SPEROTO, A. T.; COSTA, M. H.; DIONIZIO, E. A. Historical changes in land use and suitability for future agriculture expansion in western Bahia, Brazil. **Remote Sensing**, v. 13, n. 6, 1088, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/6/1088>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SALVADOR, M. de A. **Análise da variabilidade climática na nova fronteira agrícola do Brasil: região do Matopiba**. 2014. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/5824>. Acesso em: 9 abr. 2021.

SANTOS, C. A. P.; SANO, E. E.; SANTOS, P. S. Fronteira agrícola e a dinâmica de uso e ocupação dos solos no oeste da Bahia. **Acta Geografica**, v. 12, n. 28, p. 17-31, 2018. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/4385/2456>. Acesso em: 9 abr. 2021.

SANTOS, D. D. dos; MORAES, S. L. de; GALVANI, e. Variação da temperatura do ar média, mínima e máxima no perfil topoclimático da trilha Caminhos do Mar (SP). **Revista Equador**, v. 5, n. 5, p. 1-19, 2016. Disponível em: <https://comunicata.ufpi.br/index.php/equador/article/viewFile/4878/3215>. Acesso em: 23 abr. 2021.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JÚNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130).

SANTOS, T. P. A Influência do fenômeno El Niño sobre a pluviosidade do município de Vitória da Conquista-BA. **Revista Geoaraguaia**, v. 6, n. 2, p. 32-46, 2016. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4901>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. Agrometeorologia dos cultivos informações para uma agricultura sustentável. In: MONTEIRO, J. E. A. B. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. p. 3-12. Disponível em: https://www.embrapa.br/documentos/1355291/37056285/Bases+climatol%C3%B3gicas_G.R.CUNHA_Livro_Agrometeorologia+dos+cultivos.pdf/13d616f-5-cbd1-7261-b157-351eaa31188d?version=1.0. Acesso: 30 mar. 2015.

SILVA, G. A. da; LANDAU, E. C.; VALADARES, G. M. Análise comparativa das áreas plantadas com as principais culturas agrícolas no extremo oeste da Bahia - Bahia, Brasil. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq, 17., 2019, Sete Lagoas. **[Trabalhos apresentados]**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202752/1/Analise-comparativa.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**: versão digital 2. Recife: [s.n.], 2006. 449 p. Disponível em:

https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 385 p.

WALTER H.; LIETH, H. **Klimadiagram - Weltatlas**. New York: Springer-Verlag, 1960. 566 p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Calculation of monthly and anual 30-year standard normals**. Geneva, 1989. (WMO. Technical Document, n. 341). Disponível em:

https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=11642#.YIAy8KFv82w. Acesso em: 10 abr. 2021.

ZEPNER, L.; KARRASCH, P.; WIEMANN, F.; BERNARD, L. ClimateCharts.net: an interactive climate analysis web platform. **International Journal of Digital Earth**, v. 14, n. 3, p. 338-356, 2021. Disponível em:

<https://climatecharts.net/> e <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1829112>. Acesso em: 5 abr. 2021.



Milho e Sorgo

Apoio:



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

